

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО

ДОННУ

ISSN 2522-4824

ВЕСТНИК СНО

ВЫПУСК 13

ТОМ 1:

Естественные науки



Донецк 2021

ISSN 2522-4824

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО

ВЕСТНИК

СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА
ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВЫПУСК 13

ТОМ 1

Естественные науки

Донецк – 2021

ББК У.я52
УДК 378:33(05)

Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2021. – Вып. 13, том 1: *Естественные науки.* – 254 с.

**Редакционная коллегия
Вестника студенческого научного общества
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Главный редактор – Сторожев В.И., д-р техн. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности

Зам. главного редактора – Дегтярев С.В., председатель Совета СНО

Ответственный секретарь – Самарёва Т.Н.

Технический редактор – Торба А.А.

Члены редакционной коллегии:

Асланов П.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
Ветрова Е.С., докт. филол. наук, профессор
Панчехина М.Н., канд. филол. наук, доцент
Разумный В.Н., к. ист. наук, доцент
Сафонов А.И., канд. биол. наук, доцент

Тимошенко Н.А., канд. юрид. наук, доцент
Воробьева Ю.С., старший преподаватель
Химченко А.Н., канд. экон. наук, доцент
Щепин Н.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент
Щепина Н.Д., канд. хим. наук, доцент

В тринадцатом выпуске ежегодного сборника (в 4 томах) опубликованы результаты научных исследований студентов ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» в области естественных (том 1), социально-гуманитарных (том 2 в 2-х частях), экономических (том 3) и юридических наук (том 4). Работы печатаются в авторской редакции, максимально снижено вмешательство в структуру отобранных материалов. *Ответственность за содержание статей, аутентичность цитат, правильность фактов и ссылок несут авторы статей.* Редакционная коллегия не несет ответственность за достоверность информации, представленной в рукописях, и оставляет за собой право не разделять взгляды некоторых авторов на те, или иные вопросы.

Вестник СНО включен в Аналитическую базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), номер договора № 452-11/2018.

Адрес редакции:

283001, г. Донецк, пр-т Гурова, 14, гл. корпус ДонНУ, к. 215;

Тел.: (062) 302-92-26;

E-mail: t.samareva@donnu.ru

URL: <http://donnu.ru/science/sno>

*Печатается по решению Ученого совета
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»,
протокол № 2 от 26.03.2021 г.*

© ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет, 2021

Содержание

Биологические науки, экология

<i>Абрамян Е.А.</i> ЭМБРИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ Г. ДОНЕЦКА	5
<i>Абуснайна М.В.</i> ФИТОИНДИКАЦИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И НАУЧНЫХ ПРОГРАММ ДОНБАССА	9
<i>Акульшина М.О.</i> ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 (ТМА) НА РАБОТУ H^+ -АТФАЗЫ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (<i>ZEA MAYS L.</i>)	13
<i>Бондарь Е.Н.</i> ФРАГМЕНТ БРИОТЕКИ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ ДОНБАССА	19
<i>Боровой И.И.</i> ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)	24
<i>Василенко А.С.</i> МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФАЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	28
<i>Витязь Е.М.</i> ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕМЕЙСТВА <i>ASTERACEAE</i> <i>BEZCHT. ET G. PRESL</i> В ГЕРБАРНОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ГОУ ВПО ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	34
<i>Волкова Т.К., Якубовская О.А.</i> АДАПТАЦИЯ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА К ЗВУКУ ЧАСТОТОЙ 500 Гц и 1000 Гц У ЖЕНЩИН С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕМПЕРАМЕНТА	38
<i>Выликов Е.А.</i> ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ: ОЦЕНКА ВИБРАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ГОРОДА ДОНЕЦКА	43
<i>Гелюх Т.М.</i> ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 НА ОНТОГЕНЕЗ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (<i>ZEA MAYS L.</i>)	47
<i>Гладырь Н.В., Деменко Е.Г., Сафронов А.И., Селезнева Ю.Г., Урсу Е.Ю.</i> ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»	52
<i>Дембицкая Д.К.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	59
<i>Дощечкина Э.А.</i> ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ГОРОДА ДОНЕЦКА	64
<i>Ермолаева С.А.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОП «ЗУЕВСКАЯ ТЭС» РП «ЭНЕРГИЯ ДОНБАССА»	70
<i>Зайцева Е.В.</i> КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОТОПОВ В Г. ДОНЕЦКЕ ПО ДАННЫМ ФИТОМОНИТОРИНГА	74
<i>Иванова Д.В.</i> ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ <i>CARSELLA BURSA-PASTORIS (L.) MEDIK.</i> В ДОНБАССЕ	78
<i>Касько А.А.</i> ИНВАЗИОННЫЕ ПЛАНКТОННЫЕ ВОДОРОСЛИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ДОНБАССА	82
<i>Кисиленко И.А., Кулик А.М.</i> ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У 19-20-ЛЕТНИХ ЖЕНЩИН	87
<i>Коняхин Е.И., Ляшова А.С.</i> ВЛИЯНИЕ СОРЕБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК	92
<i>Коротенко Н.В.</i> УЧЕТ ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ АНОМАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ У <i>AMARANTHUS RETROFLEXUS L.</i> ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В Г. ДОНЕЦКЕ	97
<i>Котюк П.Ф.</i> ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ	101
<i>Куприч О.Н.</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ ФЛУОРИМЕТРИИ	106
<i>Лиманец А.А.</i> ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РЕЗИСТЕНТНОСТЬ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРОЛЕЙ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)	111
<i>Макаренко И.С.</i> САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОСИСОК, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ	115
<i>Мартынченко А.В.</i> ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ЯСНОТКОВЫХ НА ДОНБАССЕ	120
<i>Низейка И.В.</i> АНАЛИЗ НОВОГОДНЕГО СЮЖЕТА В ФИТОКОМПОЗИЦИЯХ	125
<i>Ночвина Т.С.</i> ПРИРОСТ БИОМАССЫ МОХООБРАЗНЫХ НА ПРИМЕРЕ <i>AULACOMNIUM PALUSTRE (HEDW.) SCHWAEGR</i>	129
<i>Пчеленко О.В.</i> ОПЫТ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ В ДОНБАССЕ	134

<i>Разливаева А.В.</i> ПОВЕРХНОСТЬ ЛИСТА РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ	138
<i>Рявкина К.А.</i> ЛОКАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ 2019-2021 ГГ.	143
<i>Сагина Ю.В.</i> МЕХАНИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВИРГИНСКОГО В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	147
<i>Свиридова И.В.</i> ТЕРАТНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ У РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИМПАКТА	151
<i>Склярлова С.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫМИ РАСТЕНИЯМИ ДОНБАССА	155
<i>Стреблянская Е.В.</i> ТЕРАТНОСТЬ СОЦВЕТИЙ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЫ	160
<i>Ткаченко А.Н.</i> ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ВИДОВ ВТОРИЧНОЙ ОСЕННЕЙ РЕВИТАЛИЗАЦИИ В ДОНБАССЕ	164
<i>Ткаченко А.В.</i> ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ АМВРОСИЕВСКОГО И ГОРЛОВСКОГО РАЙОНОВ	168
<i>Удод Я.</i> ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА <i>TRAGOPOGON MAJOR L.</i> В УСЛОВИЯХ УРБОСИСТЕМЫ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	172
<i>Финькова Е.Е., Эренбург О.В, Ляшова А.С., Ткаченко Д.С.</i> ВЛИЯНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА МЕТАБОЛИЗМ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК	176
<i>Цеплая Е.А.</i> ЭКСПОЗИЦИЯ МОХООБРАЗНЫХ КАК НАГЛЯДНО-ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ БРИОТЕКИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОННУ	181
<i>Шевчук Н.А.</i> БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОЧВОУЛУЧШАЮЩИЕ СВОЙСТВА ВИДОВ РОДА <i>TRIFOLIUM L.</i>	185

Физико-технические науки

<i>Донченко И. П.</i> ЗАЩИТА ОТ USB МОДУЛЯ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ АТАК НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ	191
<i>Зайцев Е.И.</i> СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	197
<i>Зайцева Е.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОКСИКАНТОВ В ЛИТОСФЕРЕ	203
<i>Колтунов К. В.</i> КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АТАКИ НА ПРОТОКОЛ ШИФРОВАНИЯ KEELOG	207
<i>Натарова А.Д., Алексеева А.В.</i> ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПАР	212
<i>Пастушенко Е. А.</i> ВЕРИФИКАЦИИ РУКОПИСНЫХ ПОДПИСЕЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ	225
<i>Сытник Д. А.</i> ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ЛОГОВ СЕРВЕРОВ	229
<i>Тарарощенко Н.В.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ВЕКТОРА СКОРОСТИ	232

Математика

<i>Клепикова А.Д.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОРРЕКЦИИ ЗНАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ СТЕРЕОМЕТРИИ	238
<i>Черкез А.С.</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭВРИСТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ ВЕКТОРАМ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ	243
<i>Шницар И.Н.</i> КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	247

Биологические науки, экология

УДК 681.3 (477)

ЭМБРИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ Г. ДОНЕЦКА

Абрамян Е.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Представлены характеристики и признаки в эмбриональном строении растений, которые имеют индикационное значение для фитодиагностики природных экотопов Донбасса. Определена индикационная значимость растений по эмбриональным строениям для реализуемого в г. Донецке экологического мониторинга.

Ключевые слова: Донецк, экологический мониторинг, фитоиндикация, эмбриология растений.

Система биоиндикационного мониторинга в промышленном регионе реализуется в рамках фитоиндикационной экспертизы, квантификации [1, 2], при этом показатели и характеристики эмбриональных структур растений [3–5] или отдельных функциональных дискретных единиц растительного организма в генеративной сфере [4, 6–8] рассматриваются как неотъемлемая часть проводимого в Донбассе экологического мониторинга [2, 9–12].

Цель работы – провести анализ информативной значимости некоторых эмбриоиндикационных признаков видов растений Донбасса.

В основу учета значимости используемых в регионе характеристик карполого-эмбрионального строения растительных организмов положен принцип расчета корреляционной связи в системе сопряженных структур с показателями загрязнения и трансформации природно-антропогенных экотопов донецкого экономического региона.

В каждом признаке структурно-функциональной организации растительного организма путем дискретных вычленений по диапазону вариации были выбраны 5-10 интервальных значений, участвующих в общем процессе установления корреляционной связи. При этом совокупность характеристик среды была разделена на 2 категории: 1) по степени токсического воздействия на среду (t_i) и 2) по степени механической трансформации экосистем (m_{ie}), которые так же были разбиты на 10-балльные интервальные значения для реализации цели эксперимента. Наглядным образом дискретность эмбриональной инициации представлена на рисунке, когда выделено, что на каждом новом уровне при усилении факторов техногенеза появляются дополнительные отличительные признаки в строении на гистологическом уровне организации фитоматерии.

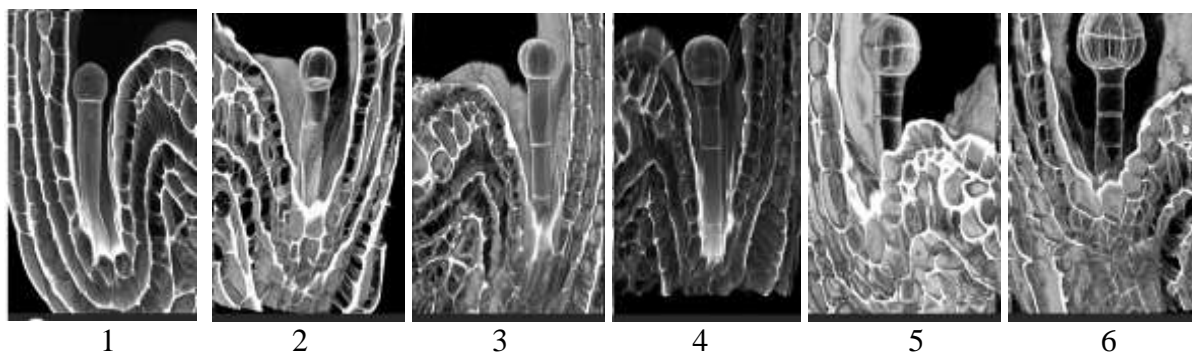


Рис. – Инициация эмбриональных структур представителей семейства астровых (варианты для установления индексов индикационной значимости по степени воздействия на природные и техногенные системы)

В перечне растений для осуществления эксперимента были задействованы следующие виды: *Atriplex mircantha* C. A. Mey., *Atriplex hortensis* L., *Senecio vulgaris* L., *Sagina procumbens* L., *Gypsophila paniculata* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Glaucium corniculatum* (L.) Rudolph. Признаки структурного анализа для каждого отдельного вида отличались, потому представлены в индивидуальном порядке с указанием степени корреляционной связи с уровнем техногенеза на экосистемы.

A. collina: стабилизация клеток дерматокалипрогена (ti – +0,56; mie – -0,25); деградация тканей эндосперма зародыша (ti – +0,29; mie – +0,21); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени (ti – +0,67; mie – +0,22); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка (ti – +0,81; mie – -0,12); матрикальные проявления в гетероспермии (ti – +0,17; mie – +0,48); матрикальность в расчете гетерокарпии (ti – +0,03; mie – -0,12); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата (ti – +0,53; mie – +0,11); симметричность зародышевого корешка (ti – -0,10; mie – +0,77); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв (ti – -0,58; mie – +0,10); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания (ti – +0,02; mie – +0,10); общий показатель семенной продуктивности вида (ti – +0,52; mie – +0,19).

A. hortensis: стабилизация клеток дерматокалипрогена (ti – +0,45; mie – +0,15); деградация тканей эндосперма зародыша (ti – +0,20; mie – +0,72); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени (ti – -0,06; mie – +0,35); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка (ti – +0,19; mie – +0,25); матрикальные проявления в гетероспермии (ti – +0,29; mie – -0,14); матрикальность в расчете гетерокарпии (ti – +0,56; mie – +0,15); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата (ti – +0,37; mie – +0,75); симметричность зародышевого корешка (ti – -0,16; mie – -0,25); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв (ti – +0,89; mie – -0,45); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания (ti – +0,46; mie – +0,45); общий показатель семенной продуктивности вида (ti – +0,08; mie – -0,39).

A. mircantha: стабилизация клеток дерматокалипрогена (ti – +0,66; mie – +0,41); деградация тканей эндосперма зародыша (ti – -0,20; mie – +0,10); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени (ti – +0,06; mie – -0,34); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка (ti – -0,04; mie – +0,68); матрикальные проявления в гетероспермии (ti – +0,40; mie – -0,38); матрикальность в расчете гетерокарпии (ti – +0,85; mie – +0,75);

абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата ($t_i - -0,40$; $m_i e - +0,12$); симметричность зародышевого корешка ($t_i - +0,06$; $m_i e - +0,75$); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв ($t_i - +0,16$; $m_i e - +0,46$); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания ($t_i - +0,23$; $m_i e - +0,27$); общий показатель семенной продуктивности вида ($t_i - +0,48$; $m_i e - +0,70$).

C. arvense: стабилизация клеток дерматокалипрогена ($t_i - +0,24$; $m_i e - +0,04$); деградация тканей эндосперма зародыша ($t_i - +0,51$; $m_i e - +0,72$); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени ($t_i - +0,58$; $m_i e - +0,55$); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка ($t_i - +0,17$; $m_i e - -0,28$); матрикальные проявления в гетероспермии ($t_i - -0,25$; $m_i e - +0,13$); матрикальность в расчете гетерокарпии ($t_i - +0,08$; $m_i e - +0,11$); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата ($t_i - -0,14$; $m_i e - +0,59$); симметричность зародышевого корешка ($t_i - +0,71$; $m_i e - +0,68$); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв ($t_i - +0,73$; $m_i e - -0,23$); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания ($t_i - +0,59$; $m_i e - +0,13$); общий показатель семенной продуктивности вида ($t_i - +0,15$; $m_i e - -0,02$).

C. xanthiifolia: стабилизация клеток дерматокалипрогена ($t_i - +0,18$; $m_i e - -0,05$); деградация тканей эндосперма зародыша ($t_i - +0,16$; $m_i e - -0,04$); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени ($t_i - +0,55$; $m_i e - +0,45$); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка ($t_i - +0,83$; $m_i e - +0,77$); матрикальные проявления в гетероспермии ($t_i - -0,30$; $m_i e - -0,32$); матрикальность в расчете гетерокарпии ($t_i - -0,12$; $m_i e - +0,19$); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата ($t_i - +0,53$; $m_i e - -0,17$); симметричность зародышевого корешка ($t_i - +0,16$; $m_i e - +0,05$); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания ($t_i - +0,46$; $m_i e - +0,75$); общий показатель семенной продуктивности вида ($t_i - +0,36$; $m_i e - +0,34$).

G. corniculatum: стабилизация клеток дерматокалипрогена ($t_i - +0,72$; $m_i e - +0,75$); деградация тканей эндосперма зародыша ($t_i - +0,86$; $m_i e - +0,85$); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени ($t_i - +0,06$; $m_i e - +0,35$); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка ($t_i - +0,16$; $m_i e - +0,13$); матрикальные проявления в гетероспермии ($t_i - -0,19$; $m_i e - -0,12$); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата ($t_i - +0,59$; $m_i e - -0,74$); симметричность зародышевого корешка ($t_i - +0,78$; $m_i e - -0,75$); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв ($t_i - +0,51$; $m_i e - +0,25$); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания ($t_i - -0,39$; $m_i e - +0,04$); общий показатель семенной продуктивности вида ($t_i - +0,16$; $m_i e - +0,20$).

G. paniculata: деградация тканей эндосперма зародыша ($t_i - +0,46$; $m_i e - +0,48$); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени ($t_i - +0,51$; $m_i e - +0,25$); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка ($t_i - +0,54$; $m_i e - -0,21$); матрикальные проявления в гетероспермии ($t_i - +0,51$; $m_i e - +0,39$); матрикальность в расчете гетерокарпии ($t_i - +0,50$; $m_i e - +0,55$); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата ($t_i - +0,69$; $m_i e - +0,37$); симметричность зародышевого корешка ($t_i - +0,91$; $m_i e - +0,47$); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв ($t_i - +0,46$; $m_i e - -0,05$); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания ($t_i - -0,06$; $m_i e - +0,35$); общий показатель семенной продуктивности вида ($t_i - +0,46$; $m_i e - -0,05$).

S. procumbens: стабилизация клеток дерматокалипрогена ($t_i - +0,05$; $m_i e - +0,05$); деградация тканей эндосперма зародыша ($t_i - +0,36$; $m_i e - +0,45$); дифференциация тканей протодермальной функции по обе стороны от зародышевого корешка ($t_i - +0,46$;

mie – +0,35); матрикальные проявления в гетероспермии (ti – +0,66; mie – +0,65); матрикальность в расчете гетерокарпии (ti – +0,26; mie – +0,75); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата (ti – +0,76; mie – +0,85); симметричность зародышевого корешка (ti – -0,36; mie – -0,35); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв (ti – +0,26; mie – +0,28); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания (ti – +0,55; mie – -0,33); общий показатель семенной продуктивности вида (ti – +0,06; mie – +0,08).

S. vulgaris: стабилизация клеток дерматокалипрогена (ti – +0,71; mie – +0,44); деградация тканей эндосперма зародыша (ti – +0,26; mie – +0,63); специализация геалиновых оболочек и кутикулярного слоя семени (ti – +0,02; mie – +0,09); матрикальные проявления в гетероспермии (ti – +0,57; mie – -0,36); матрикальность в расчете гетерокарпии (ti – +0,42; mie – +0,38); абортивность апикальных меристем зародышевого аппарата (ti – +0,06; mie – -0,09); симметричность зародышевого корешка (ti – -0,03; mie – +0,67); орнаментация семенных оболочек по степени деградации покровных слоёв (ti – +0,34; mie – +0,16); степень дефектности пыльцевого зерна на стадии созревания (ti – -0,16; mie – +0,67); общий показатель семенной продуктивности вида (ti – +0,44; mie – -0,29).

Таким образом, в спектре структурных трансформаций эмбрионального аппарата растительных организмов выделяются те, которые по своим характеристикам рекомендованы для проведения диагностических мероприятий в Донбассе в рамках экологического мониторинга и системы фитоквантификации антропогенно трансформированных экотопов. На следующем этапе запланировано уточнение степени доверительного интервала для полученных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
2. Сафонов А.И. Актуальные позиции индикаторных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 252–254.
3. Сафонов А.И. Гистологические маркеры эмбрионального аппарата фитоиндикаторов Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVIII Всероссийской науч.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 18 ноября 2020 г.). – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 86-89.
4. Сафонов А.И. Ботанико-экологические маркеры квантификации природных сред в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 40-47.
5. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3-4. – С. 23–29.
6. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
7. Сафонов А.И., Мирненко Н.С. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43-48.
8. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. 2017. – Вып. 3. – С. 5–12.
9. Bespalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
10. Bespalova S.V., Safonov A.I. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.

11. Bepalova S.V., Goretsky O.S., Safonov A.I. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.

12. Бойко Н.В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 27–30.

EMBRYONIC CHARACTERISTICS OF INDICATOR PLANTS IN DONETSK

Annotation. The article presents characteristics and signs in the embryonic structure of plants, which have indicative values for phytodiagnosics of natural ecotopes of Donbass. The indicative significance of plants by embryonic structures for environmental monitoring in Donetsk has been determined.

Keywords: Donetsk, environmental monitoring, phytoindication, plant embryology.

Abramyan E.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581 : 372.858 : 581.15 (477.60)

ФИТОИНДИКАЦИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И НАУЧНЫХ ПРОГРАММ ДОНБАССА

Абуснайна М.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., зав. кафедрой
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Рассмотрен спектр методических приемов и технологий при изучении вопросов фитоиндикационной направленности в Донбассе на основании данных экспериментальных разработок по научной теме кафедры ботаники и экологии ДонНУ. Обобщены как результаты полученных эмпирических достижений, так и на перспективу при внедрении в образовательные программы.

Ключевые слова: фитоиндикация, экологическое образование, Донбасс.

Реализация научной программы в университетском формате обязательным образом предполагает использование полученных данных в образовательном учебном процессе, поэтому возникает необходимость преобразования научной информации в учебно-методический комплекс кафедры ботаники и экологии, или на общефакультетском уровне. На кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета в рамках государственной инициативной темы по функциональной ботанике организованы структурные блоки, отражающие специфику научных направлений кафедры: по экологическому мониторингу, ресурсным технологиям и фитодизайну [1–3]. Есть примеры успешного внедрения достижений научной работы в образовательный процесс, например, при введении в специализацию [4], профориентационной работе [5], при подготовке учебной продукции [6]. Современные научные данные в регионе [7, 8] – основа для педагогической практики [1, 4, 9] и дальнейшей популяризации научной деятельности [5, 10], что также является частью нашего дипломного проектирования [11, 12].

Цель работы – распределить результаты научной работы фитоиндикационного содержания по тематическим направлениям в соответствии с возможными методико-

педагогическими приемами и способами при реализации образовательной функции в университете. Результаты представляем в тексте по перечислению методов.

Метод, способствующий усвоению учебного материала. Беседа. Ознакомительный опрос о знаниях фитоиндикационного содержания, экологической экспертизы, реализуемой в Донбассе за последние 15-20 лет.

Метод закрепления приобретенных знаний. Составление тезисов. Включает составление перечисленных концептуальных позиций, например, способы доказательства фитоиндикационной значимости в техногенно трансформированных экотопах Донбасса.

Метод изложения нового материала преподавателем. Лекция при словесно-схематическом изложении. Тема – индикация экологических режимов с помощью растений: классические представления о растениях-барометрах, растениях-приборах, а также прикладные вопросы роли растительных материалов для оценки качества природных биотопов, фитопригодности почвенного субстрата или агрегатной специфики при запылении приземного слоя атмосферы.

Метод усовершенствования приобретенных знаний. Решение экологических задач или проблемных заданий. Ситуация необходимости проведения детального экологического мониторинга с помощью растений в условиях недостатка приборной базы в лаборатории. Поиск способов расширения вегетационного сезона для сбора актуальной экологической информации во все сезоны года, например, при создании климатических боксов, при учете раннецветущих и поздно вегетирующих растений, при сборе мохообразных и лишенизированных грибов в зимнее время и пр.

Метод самостоятельной работы студентов. Подготовка к семинарскому занятию. Подходит любая тема фитоиндикационного содержания: от цветочных часов (как поисково-аналитическая работа) до конспектирования материала учебника при создании экологических шкал в тренде воздействия промышленности на экосистемы.

Метод приобретения знаний и умений. Практическая работа. Полевые исследования. Сбор информации в натуральных условиях. Выполнение расчетных работ по картографическим данным, анализу полученных результатов в камеральных условиях.

Систематизирующий метод. Тестирование. Составление списка способов и методических приемов фитоиндикационных исследований, например, по критерию принадлежности к экотопу, или природным средам разного агрегатного состояния, или по вегетативным и генеративным сферам строения растительного организма, реализации жизненных стратегий отдельных видов на ценопопуляционном уровне и комбинации их экологических ниш в разных условиях среды.

Метод формирования творческой деятельности. Иллюстративные способы получения информации и её закрепления. Подбор цветовой гаммы для картографического изображения при территориальном ранжировании и необходимом функциональном зонировании участков экологического бедствия или экологически благоприятных территорий.

Метод распознавания и определения объектов. Работа с систематическими списками, использование определителей. Микроскопирование, соотношение форм, размеров. Важно при создании экологической шкалы диагностического назначения с последующим проведением корреляционного анализа с дискретными показателями состояния окружающей среды.

Метод объяснительно-иллюстративный. Гербарная работа. Подготовка, этикетирование гербарного образца, анализ, например, бириотеки или лишениотеки кафедральных или студенческих новых сборов. Создание специальных условий для хранения гербарного материала, расположение материала для экспозиции и получение

новых данных в сравнительном межгодовом анализе экологических временных оценочных трендов.

Репродуктивный метод. Решение задачи по образцу. Расчет территориальной площади экологического дисбаланса по фитоиндикационному критерию, анализ данных фитоиндикационной значимости для проводимого в Донбассе (или отдельном населенном пункте) экологического мониторинга или фитоколичественной экспертизы отдельного промышленного объекта или предприятия, потенциально опасного для состояния окружающей среды.

Метод проблемного изложения материала. Заготовка вопросов, ответы на которые могут звучать во время лекции, но требуют аналитического подхода. Изложение ситуации таким образом, чтобы сначала проверить знания студентов (обучающихся) перед изложением специфической информации. Первичная информация о пыльцевом зерне (условия формирования) является стартовым механизмом понимания появления и способов идентификации тератных вариантов пыльцевых зерен как индикационного показателя степени трансформации экотопа в неблагоприятных экологических условиях.

Эвристический – частично поисковый метод. Метод подробно апробирован донецкой научной школой математиков и педагогов. Открытие в ботанико-экологическом аспекте заключается при выявлении фитоиндикационной значимости в испытании нового вида или признака структурной организации растительного организма по степени сопряженности с другими факторами среды. Возможны варианты апробации при рассмотрении вида, не идентифицируемого ранее в регионе, или не зафиксированного в списках предыдущими учеными.

Исследовательский метод. В процессе проведения эксперимента всю лабораторно-аналитическую базу можно рассматривать как частный пример реализации указанного метода. Этапы сбора материала в полевых условиях, камеральной обработки, стадий аналитического испытания и обработки данных вторичного синтеза отражают исследовательский подход и требуют проведения эксперимента на природном материале.

Метод, стимулирующий мотивацию обучения. Интерактивная игра. В реализации этого метода можно выделить приоритеты как экологического образования в целях информированности населения о состоянии среды, а также включить систему балльного оценивания при проведении зачетных мероприятий по предмету, в таком случае мотивирующее звено будет выражаться в баллах, а интерес – в своевременном получении оценочной продукции, возможно, и компенсаторные механизмы по времени и реализации вещественно-энергетического пространства.

Метод самоконтроля. При составлении проверочных вопросов. Важный метод, в том числе, и закрепления знаний. Изученный материал, например, по карпологическому диссимметризму, формируется в базовые проверочные вопросы, по которым сам обучающийся и закрепляет материал.

Метод контроля. Реализация модульного контроля. Метод важен как итоговое мероприятие. В классике фитоиндикации предусматривает уровни организации материальной оценки: аутфитоиндикация, демфитоиндикация, синфитоиндикация и симфитоиндикация (крупные ландшафтообразующие единицы), прикладные частные примеры, например, дендрохронология, лихенометрия, тератология, спорово-пыльцевой анализ, эмбрио-структуризация, тканевая диагностика и пр.

Словесный метод, например, при инструктажах разного целевого назначения. Обязательно реализуется при лабораторных исследованиях, связанных с использованием специальных реактивов, красителей, фиксаторов, лабораторного оборудования и при хранении (и упаковке) материала долгосрочного использования в фитоиндикационных целях. Важно закрепление знания терминов, которые сопряжены фитоиндикацией

(диагностика, квалиметрия, оценка, оценивание, мониторинг, экспертиза, заключение эксперта и пр.)

Индуктивный способ образовательной деятельности. Оценка степени антропогенного воздействия на экотоп при анализе комплекса причинно-следственных связей и проявлений. Палинологический, карпологический и метод фитотестирования в комплексе формируют заключение об уровне токсической нагрузки на среду.

Дедуктивный способ познания или научной деятельности. Первичная информация о сильном воздействии на природные экотопы после аварии на химическом предприятии требует использования нескольких способов оценки степени ущерба и воздействия на экотопы локального уровня. Важно при предпроектной экологической экспертизе.

Практический метод. Проведение или выполнение лабораторной работы. Для всех этапов фитоиндикационного эксперимента. Является частным примером лабораторного метода при реализации всех этапов эксперимента фитоиндикационного и диагностического характера.

Наглядный метод. Демонстрация процесса, механизма или способа достижения результатов практической деятельности. При подготовке выставок, экспозиций, демонстрирующих как разнообразие и красоту изучаемого материала, так и экологическую значимость при реализации процессов фитоквантификации в промышленном регионе.

Таким образом, в разнообразии методических приёмов организации образовательной деятельности фитоиндикационного содержания важны и востребованы данные научного эксперимента, – это основной механизм внедрения результатов научных достижений в педагогическую практику при подготовке специалистов и профессионалов в системе университетского образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафонов А.И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всерос. научн.-практич. конф. с междунар. участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
2. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 219–221.
3. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. под общей редакцией С.В. Беспаловой. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
4. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
5. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" // Экологическая ситуация в Донбассе. – Т. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 151–154.
6. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 6. Ч. 2. – Педагогические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
7. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
8. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.
9. Сафонов А.И. Специфика изучения биогеографии в Донецком национальном университете // Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона: Матер. II Междунар. научн.-практич. конф. (Донецк, 12–13 ноября 2020 г.). – Донецк: ДонНУ, 2020. – С. 354–355.
10. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. – 2009. – № 51. – С. 58–59.

11. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.

12. Абуснайна М.В. Контент учебной продукции кафедры ботаники и экологии ДонНУ на основании оригинальных научных разработок // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 5: Филол.-науки. Библиотечное дело. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 339–341.

PHYTOINDICATION IN THE CONTEXT OF EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROGRAMS OF DONBASS

Annotation. The spectrum of methodological methods and technologies in the study of phytoindication issues in Donbass is considered on the basis of experimental developments on the scientific topic of the Department of Botany and Ecology of DonNU. It summarizes both the results of empirical achievements and for the future when introduced into educational programs.

Keywords: phytoindication, environmental education, Donbass

Abusnayna M.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: mayya.abusnaina@mail.ru

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 (ТМА) НА РАБОТУ H^+ -АТФАЗЫ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (*ZEA MAYS L.*)

Акульшина М.О.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: В данной работе проведены исследования по изучению влияния наночастиц Fe_3O_4 (ТМА) на работу H^+ -АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea Mays L.*). Установлено обработка наночастицами увеличивает ацидофицирующую активность корней проростков кукурузы сахарной. Полученные данные свидетельствуют также о том, что имеется зависимость усиления ацидофицирующей активности от концентрации наночастиц Fe_3O_4 , а именно с увеличением концентрации Fe_3O_4 увеличивается и скорость выделения протонов. Мы установили положительный эффект наночастиц Fe_3O_4 на ростовые процессы, а также в ходе исследований было показано что наночастицы увеличивают H^+ -транспортную активность кукурузы сахарной.

Ключевые слова: кукуруза сахарная, наночастицы, Fe_3O_4 , H^+ -АТФаза, морфология.

Введение. На данный момент особый интерес представляют токсикологические эффекты и воздействие наночастиц металлов и их оксидов на биологические системы [1, 2, 3]. Использование нанотехнологий в агропромышленности открывает широкие возможности в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции [4,5,6]. Следовательно, важность нанотоксикологических исследований растений возрастает с каждым годом [7, 8]. В настоящее время существует относительно немного работ, в которых исследовали механизмы взаимодействия наночастиц с растениями в отношении нанофитотоксичности и биоаккумуляции. Использование нанотехнологий в агропромышленности открывает широкие возможности в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Нанопорошки металлов часто

используют в качестве микроудобрений и пестицидов в сельском хозяйстве. Следовательно, важность нанотоксикологических исследований растений возрастает с каждым годом [8]. Благодаря многообразному применению [7] и высокой возможности проникновения в объекты окружающей среды, такие как почва, наночастицы становятся основным направлением в исследованиях биологической роли. Также наночастицы техногенного происхождения по физическим и химическим свойствам очень близки к наночастицам природного происхождения [9, 10, 11].

Наноматериалами являются природные или намеренно сконструированные материалы, в которых один или более размеров лежат в диапазоне нанометров. В настоящее время уже широко используются нанопорошки, нановолокна и нанопроволоки, нанопленки и нанопокрывтия [12]. В последнее время, вместе с применением наноматериалов в промышленности, возрастает интерес к их использованию в сельском хозяйстве (растениеводство, животноводство, зоотехника), рыболовстве, медицине, пищевой промышленности, где используются биостимулирующие свойства биологически активных и чистых микроэлементов нанопорошков металлов [13].

Высокая биологическая и физиологическая активность нанопорошков металлов связана с тем, что благодаря высокой удельной поверхности наноматериалы могут адсорбировать значительное количество контаминантов и транспортировать их внутрь клетки [14]. Также благодаря своим малым размерам они легко могут проникать в клетки через клеточные мембраны накапливаться во внутренней среде, возможно, встраиваться в ДНК или белки и, тем самым, изменять их функции и активно участвовать в процессах микроэлементного обмена [15].

Наночастицы воздействуют на биологические объекты на клеточном уровне, внося свою избыточную энергию, повышающую эффективность протекающих в растениях процессов, а также, участвуя в процессах микроэлементного баланса, то есть являются биоактивными [16]. Получаемые варианты наночастиц таких металлов как железо, цинк и медь, в отличие от их солей, потенциально менее токсичны. Они расходуются постепенно, генерируя по мере необходимости ионы и электроны, быстро включающиеся в биохимические реакции в момент образования. Таким образом, достигается пролонгирующий эффект питания растений с огромной удельной поверхности (сотни квадратных метров на 1 грамм вещества), содержащей множество источников, окруженных оболочкой ионов [17].

Исходя из выше сказанного наночастицы металлов широко применяются в семеноводстве при стимуляции семян для увеличения энергии прорастания и всхожести. Повышение урожайности и качества посевов за счет оптимизации питания и защиты растений с помощью нанотехнологий и наноматериалов позволит решить не только гуманитарные и экологические проблемы [18,19].

Прорастание семян является сложный биологический процесс, при котором зародыш, используя запасные питательные вещества, превращается в проросток. Существуют различные способы подготовки семян к посеву, одним из которых является предпосевная обработка семян наночастицами, чаще всего, совместно с протравителями, что обеспечивает и защиту от болезней и вредителей, и повышению урожая [20].

Такая особенность действия наночастиц металлов на биосистемы позволяет использовать их в различных областях, в том числе в биотехнологии высших растений, причем концентрация наночастиц в составе питательной среды на два порядка ниже концентрации металлов в виде солей. Особое место занимают исследования, связанные с предпосевной обработкой семян наночастицами, что позволяет повысить урожайность вплоть до 30–40% [21].

Пристальное внимание исследователей к использованию наночастиц в практике предпосевной обработки семян объясняется с тем, что наиболее быстрое и интенсивное прорастание семян способствует меньшему расходу запасных питательных веществ семенем, а также его более продуктивному дыханию и росту [1]. Наиболее перспективными и по этому наиболее интересными в своем применении являются удобрения из наночастиц железа и его оксидов в связи с их уникальными свойствами и предполагаемой малой токсичностью для живых организмов. Наночастицы обладают высокой адсорбционной ёмкостью, химической реакционной способностью и каталитической активностью [22]. Благодаря данным свойствам, в большинстве исследований предпосевная обработка семян кукурузы ультрадисперсным порошком железа повышала урожайность, а также выяснилось что способствовала снижению загрязнения зёрен сельскохозяйственных культур кадмием и свинцом [23]. Данное явление объясняется тем что наночастицы железа способствуют более эффективной доставки микроэлементов в ткани самого растения.

Наибольший интерес среди известных видов наночастиц представляет магнетит (Fe_3O_4). Кристаллическая решетка магнетита содержит атомы железа с разной валентностью — $Fe(II)$ и $Fe(III)$ [24]. Магнетит при комнатной температуре — ферромагнетик, но при размере частиц. Однако, без специального покрытия наночастицы образуют устойчивые агрегаты, что негативно влияет на их магнитные свойства. Однако, без специального покрытия наночастицы образуют устойчивые агрегаты, что негативно влияет на их магнитные свойства [25].

Ранее, были проведены большинство исследований по изучению влияния наночастиц железа на сельскохозяйственные растения, а также выполнены исследования по изучению реакции кукурузы сахарной (ростовые процессы и онтогенез), как на воздействие наночастиц железа [1,3,26], так и вибрации отдельно [27]. Выяснилось что наночастицы железа положительно влияют на ростовые процессы и онтогenez кукурузы сахарной, вибрационное воздействие также оказало положительный результат.

Также нами были проведены исследования влияния наночастиц Fe_3O_4 (ТМА) на работу H^+ -АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) [28].

Цель работы: исследовать ростовые процессы и активность H^+ -АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea Mays L.*) при обработке семян наночастицами Fe_3O_4 (ТМА)

Материалы и методы. Влияние наночастиц Fe_3O_4 (ТМА) на работу H^+ -АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea mays L.*). Объект исследования – проростки кукурузы сахарной. Исследования проводились на корневой системе растений, которые выращивались в ростовой камере в течении 10 суток, при однородных климатических условиях (освещенность, температура, влажность). В работе использовали 5 групп растений:

Таблица 1

Описание сформированных экспериментальных групп растений

Группы	Описание предпосевной обработки семян группы
I	контрольная — без обработки семян наночастицами;
II	обработка НЧ с концентрацией 0,05 мг/мл
III	обработка НЧ с концентрацией 0,1 мг/мл
IV	обработка НЧ с концентрацией 0,15 мг/мл
V	обработка НЧ с концентрацией 0,2 мг/мл
VI	обработка НЧ с концентрацией 0,25 мг/мл
VII	обработка НЧ с концентрацией 0,30 мг/мл
VIII	обработка НЧ с концентрацией 0,35 мг/мл

Дальнейшие исследования кислотно-основного состояния среды, в которую помещали отсеченные элементы корневой системы, проводили с помощью рН-метра ULAB MP551. По величине изменения рН исследуемой среды мы могли судить о работе H^+ -АТФазы. Для этого мы 1 г отсеченных корней помещали в инкубационный раствор (0,1 мМ $CaSO_4$ +1 мМ KCl) и на протяжении 20 минут (с шагом в 1 минуту) регистрировали изменение рН. По формуле (1), рассчитывали скорость выделения протонов корневой системой.

$$V_{H^+} = \frac{[H^+]_t - [H^+]_0}{M \cdot t} \quad (1)$$

где, V_{H^+} – скорость выделения протонов корневой системой, моль/г корней в минуту; $[H^+]_0$ – концентрация протонов в инкубационном растворе до погружения в него корней, моль; $[H^+]_t$ – концентрация протонов в инкубационном растворе через t минут после погружения в него корней, моль; M – сырая масса корней (г); t – время, мин.

Статистическая обработка данных. Для статистической обработки данных использовали программы «Statistica 8» (StatSoft Inc.) и «Excel 2010» (Microsoft Corporation). Достоверность отличий средних арифметических значений полученных данных определяли с использованием t -теста.

Результаты и обсуждения. Подкисляющая активность корней рассматривается как критерий физиологической активности проростков с/х культур растений и, как маркер устойчивости к факторам стресса (например, солевого стресса). Исходя из этого, для характеристики адаптивных возможностей кукурузы сахарной в условиях обработки наночастицами мы определяли подкисляющую активность их корней в контроле (полив дистиллированной водой) и в условиях обработки наночастицами.

Нами было установлено, что обработка наночастицами увеличивает ацидофицирующую активность корней проростков кукурузы сахарной. Полученные данные свидетельствуют также о том, что имеется зависимость усиления ацидофицирующей активности от концентрации наночастиц Fe_3O_4 (рисунок 1).

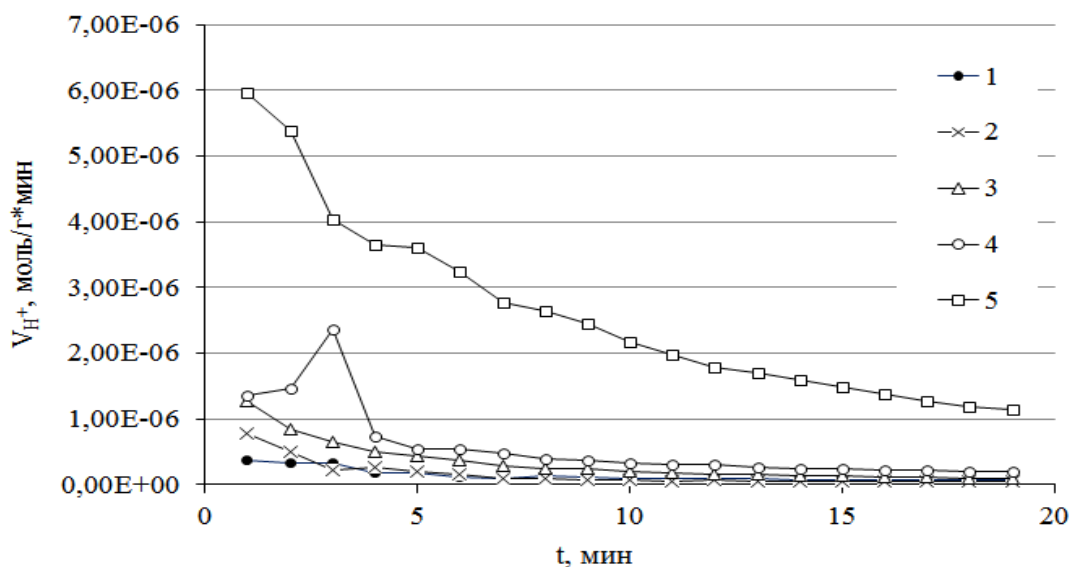


Рисунок 1 – Зависимость скорости выделения протонов (V_{H^+}) корневой системой кукурузы сахарной от времени (t) после обработки НЧ Fe_3O_4 с ТМА покрытием

Примечания: описание экспериментальных групп см. таблицу 1

Так, при обработке семян концентрацией 0,05 мг/мл Fe_3O_4 скорость выделения протонов оставалась на уровне с контролем (0,11 мМоль/г*мин), при концентрации 0,1

мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~ 2 раза (0,25 мМоль/г*мин), при концентрации 0,15 мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~ 3 раза (0,39 мМоль/г*мин), при концентрации 0,2 мг/мл Fe_3O_4 скорость увеличивалась в ~ 20 раз (2,2 мМоль/г*мин) (рисунок 1.10).

Таким образом, при обработке НЧ Fe_3O_4 с ТМА покрытием был обнаружен 10% стимулирующий эффект (по диаметру корневой системы) для VII и VIII групп. Диаметр стебля у опытных групп достоверно не отличался от контрольных значений. Наибольший ингибирующий эффект проявился на длине стебля (11-35%) и корневой системы (38-65%) кукурузы сахарной. Максимальное снижение выявили в IV (0,15 мг/мл) и VI (0,25 мг/мл) группах. Меньше всего влияние наночастиц Fe_3O_4 отразилось на диаметре стебля и корня.

Известно, что поддержание ионного гомеостаза на клеточном уровне реализуется с помощью работы ионных насосов и ионных каналов. Было показано, что при обработке наночастицами концентрациями от 0,1 до 0,2 H^+ -транспортная активность в присутствии ионов железа увеличивается в несколько раз. Это может быть следствием усиления как работы H^+ -АТФазы плазмалеммы, так и изменению количества ионных каналов.

ВЫВОДЫ. В результате проведенных исследований мы выяснили что обработка наночастицами увеличивает ацидофицирующую активность корней проростков кукурузы сахарной. Полученные данные свидетельствуют также о том, что имеется зависимость усиления ацидофицирующей активности от концентрации наночастиц Fe_3O_4 , а именно с увеличением концентрации Fe_3O_4 увеличивается и скорость выделения протонов. Мы установили положительный эффект наночастиц Fe_3O_4 на ростовые процессы, а также в ходе исследований было показано что наночастицы увеличивают H^+ -транспортную активность кукурузы сахарной.

Следовательно из полученных нами результатов по предпосевной обработке семян наноматериалами мы можем сделать вывод о перспективности данного направления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корниенко В. О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В. О. Корниенко, О. Р. Кольченко, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 08/2. – С. 30–36.
2. Гасанова Ф. В. Влияние наночастиц на физиологические характеристики и активность ферментов растений, выращенных в соленых почвах / Ф. В. Гасанова // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – №2. – С. 142–151.
3. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe_3O_4 на онтогенез кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) / В.О. Корниенко // Germany: Lambert Academic Publishing, 2019. – 70 с.
4. Padmavathy N. Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles - an antimicrobial study / N. Padmavathy, R. Vijayaraghavan // Sci. Technol. Adv. Mater. – 2008. – Vol. 9. – № 3. – P. 035004.
5. Toxicity of Ag, CuO and ZnO nanoparticles to selected environmentally relevant test organisms and mammalian cells in vitro: a critical review / О. Bondarenko // Arch. Toxicol. – 2013. – Vol. 87. – P. 1181-1200.
6. Сушилина М. М. Нанотехнологии в растениеводстве и сельском хозяйстве / М. М. Сушилина, А. И. Менькина // Вестник Рязанского гос. агротех. универ. им. П.А. Костычева. – 2011. – №3. – С. 42-44.
7. Гладкова М. М. Инженерные нанотехнологии в почве: источники поступления и пути миграции / М.М. Гладкова, В.А. Терехова // Вестн. Моск. ун-та., Сер. 17. Почвоведение. – 2013. – № 3. – С. 34-39.
8. Федоренко, В. Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе/ В. Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 148 с.
9. Carrière M., Larue C. Toxicology: plants and nanoparticles. In: Encyclopedia of nanotechnology. B. Bhushan (ed.). Springer, NY, 2012: 2763-2767.
10. Nanotechnology and plant sciences. Nanoparticles and their impact on plants. M.H. Siddiqui, M.H. Al-Wahaibi, F. Mohammad (eds.). Springer, NY, 2015
11. Федоренко В.Ф. Наноэлектротехнологии в растениеводстве/Материалы научного аналитического обзора. - Nanoagro.ru, 2009.

12. Балабанов В. И. Нанотехнологии. Наука будущего. – М.: Эксмо, 2009. – 240 с.
13. Шайтан, К.В. Основы нано- и биобезопасности: курс лекций / К.В. Шайтан // - НОУДПО «Институт «АйТи». - 2009. - 102 с.
14. Справочник по технологии наночастиц / Пер. с англ. Колл. Переводчиков; науч. Ред. Ярославцев А.Б., Максимовский С.Н. – М.: Научный мир, 2013. – 730с.
15. Губин С. П., Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства/С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков //Успехи химии. – 2010. – Т. 74. – №. 6. – С. 539-574.
16. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. -М.:Издательский центр “Академия”, 2011. -192 с.
17. П. Егоров Разработка и проведение экспериментальной оценки эффективности применения в растениеводстве новых видов удобрений, полученных с использованием нанотехнологий. /П. Егоров , О.Д. Шафонов , Д.Н. Егоров , Е.В. Сулейманов. - Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2010, № 6, с. 94–99.
18. Акопджанов А.Г., Исследование наночастиц магнетита, предназначенных для создания контрастно-диагностических средств методами мессбаэуровской спектроскопии и протонной релаксометрии / А.Г. Акопджанов, Н.Л. Шимановский, В.Ю. Науменко, И.П. Суздальев, В.К. Имшенник, Ю.В. Максиов, С.В. Новичихин. //Химическая физика, 2014, том 33, №7, с 94-100
19. Wolf E.L. Nanophysics and Nanotechnology: An Introduction to Modern Concepts in Nanoscience. - Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009, -174 pp.
20. Мирошников С.А., Сизова Е.А., Дерябин Д.Г. Способ предпосевной обработки семян. Патент РФ № 2582499
21. Пат. 2098932 РФ, А01С1/00 МКИ Способ предпосевной обработки семян кукурузы
22. Мазуренко В. В., Руденко А. Н., Мазуренко В.Г. Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии: уч. пособие. Екатеринбург, 2009. 83 с.
23. Еськова Е.К., Еськова М. Д., Чурилов Г. И.Способ повышения экологической безопасности семенного урожая в техногеннозагрязненных агроценозах: Пат. 2463758, РФ, А 01 С1/00. 2012
24. Hasany S.F, Ahmed I., Rajan J., Rehman A. Systematic review of the preparation techniques of iron oxide magnetic nanoparticles // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 2012. Vol. 2. P. 148–158.
25. Wu W., Wu Z., Yu T., Jiang C., Kim W.-S. Recent progress on magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, surface functional strategies and biomedical applications // Science and Technology of Advanced Materials. 2015. Vol. 16. P. 1–43. DOI: 10.1088/1468–6996/16/2/023501.
26. Корниенко В.О., Антонюк Т.Ю., Трупп В.Н. Влияние наночастиц Fe₃O₄ с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. V Меж. науч. конф. (17-18 ноября 2020 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2020. – Т. 2 – С. 143-145.
27. Корниенко В.О., Тарабарова А.Г. Влияние вибрации частотой 10-50 Гц на ростовые показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, А.Г. Тарабарова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – Вып. 1-2. – С. 209–216.
28. Корниенко В.О., Акульшина М.О. Влияние наночастиц Fe₃O₄ (ТМА) на работу H⁺-АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. V Меж. науч. конф. (17-18 ноября 2020 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2020. – Т. 2 – С. 141-143.

EFFECT OF FE₃O₄ (TMA) NANOPARTICLES ON THE H⁺-ATPASE ACTIVITY OF THE ROOT SYSTEM OF SUGAR CORN (*ZEА MAYS* L.)

Annotation: In this paper, studies were conducted to study the effect of Fe₃O₄ (TMA) nanoparticles on the H⁺-ATPase activity of the root system of sugar corn (*Zea Mays* L.). It was found that the treatment with nanoparticles increases the acidifying activity of the roots of sugar corn seedlings. The obtained data also indicate that there is a dependence of the increase in acidifying activity on the concentration of Fe₃O₄ nanoparticles, namely, with an increase in the concentration of Fe₃O₄, the rate of proton release also increases. We have established a positive effect of Fe₃O₄ nanoparticles on growth processes, and in the course of research it was shown that nanoparticles increase the H⁺transport activity of sugar corn.

Key words: sugar corn, nanoparticles, Fe₃O₄, H⁺ - ATPase, morphology.

Akulshina M.O.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: mascha.akulshina@yandex.ru

УДК 581.15 : 632.15 (477)

ФРАГМЕНТ БРИОТЕКИ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ ДОНБАССА

Бондарь Е.Н.

**Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. Представлена систематическая группа бриобионтов (С-D) в коллекции кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета. Показаны этапы формирования брио-конвертов и сохранения коллекционного фонда.

Ключевые слова: Донбасс, бриобионты, коллекция растений

Фундаментальные и прикладные вопросы бриоразнообразия (бриобионтов) в конкретном регионе [1] являются частью ботанико-экологических исследований для всестороннего использования в научной и хозяйственной деятельности человека: как информативные индикаторы состояния среды [2–4], таксономические объекты [5, 6], экологические маркеры по отдельным характеристикам и загрязнениям [3, 7, 8], для мероприятий возможного заповедания территорий [9] и в рамках токсиколого-ботанических экспертиз [3, 7, 10–12]. Начатая на кафедре ботаники и экологии работа по формированию коллекции мохообразных [4, 13, 14] требует экспозиционной систематизации и пояснений на уровне списков и чек-листов.

Цель работы – представить фрагмент систематической группы (С-D) бриобионтов из коллекции кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета с указанием этапа преобразования первичных сборов в научную коллекцию.

Чек-лист по буквенной принадлежности С представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Calliergon cuspidatum* (Hedw.) Kindb. (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Calliergonella schreberi* (Brid.) Grout. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Camptothecium lutescens* (Hedw.) Schimp. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R. S. Chorge (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Campyllum chrysophyllum* (Brid.) Lange (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Campyllum riparium* (Hedw.) Loeske (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Campylopus fulvus* (Hook.) Kindb. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Campylopus pulvinatus* (Hedw.) Brid. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Chamberlainia albicans* (Hedw.) H. Rob. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Chamberlainia campestris* (Müll. Hal.) H. Rob. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Chamberlainia salebrosa* (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) H. Rob. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и

пассивного мониторинга), *Chamberlainia velutina* (Hedw.) N. Rob. (требует деликатности в сохранности, экологическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Climacium lucens* (Hedw.) Voit ex Hassk. (требует деликатности в сохранности, экологическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Cupressina cupressiformis* (Hedw.) Müll. Hal. (сохранность хорошая, экологическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Cuspidaria schreberi* (Brid.) Müll. Hal. (сохранность удовлетворительная, экологическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Cylindrothecium repens* (Brid.) De Not. (сохранность удовлетворительная, экологическая представленность хорошая, вид активного мониторинга).

Для понимания разницы между начальными сборами мохообразных и конечной научной продукцией по систематизации и хранению коллекции составили иллюстративный материал (рисунки 1-2).

Дальнейшие манипуляции с гербарной коллекцией бриобионтов заключаются в привязке каждого образца к геолокалитету, – удобнее по координатным данным с максимально возможной точностью.



Рисунок 1 – Начальные стадии формирования бриотеки, первичные полевые сборы



Рисунок 2 – Финишная стадия при формировании научной библиотеки и хранения коллекционных сборов мохообразных

Чек-лист по буквенной принадлежности D представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Desmatodon muralis* (Hedw.) Jur. (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Dicranodon scoparium* (Hedw.) Béhéré (сохранность удовлетворительная, эколопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Dicranum cerviculatum* Hedw. (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Dicranum fulvum* Hook. (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Dicranum polysetum* Sw. (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Dicranum scoparium* Hedw. (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Didymodon fulvus* (Hook.) Schwägr. (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Didymodon purpureus* (Hedw.) Hook. & Taylor (сохранность удовлетворительная, эколопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Didymodon pusillus* Hedw. (требует деликатности в сохранности, эколопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Didymodon rigidulus* Hedw. (сохранность хорошая, эколопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Didymodum pusillum* (Hedw.) P. Beauv. (требует деликатности в сохранности, эколопическая представленность низкая, вид

исключительно активного мониторинга), *Ditrichum pussilum* (Hedw.) Hampe. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Ditrichum rigidulum* (Hedw.) Timm (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Dorcadion diaphanum* (Brid.) Lindb. (сохранность хорошая, экотопическая представленность высокая, вид пассивного мониторинга), *Dorcadion obtusifolium* (Brid.) Lindb. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Dorcadion pallens* (Bruch ex Brid.) Lindb. (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Dorcadion pumilum* (Sw.) Lindb. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Dorcadion speciosum* (Nees) Lindb. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Dorcadionella speciosa* (Nees) Plášek, Sawicki & Ochyra. (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Drepanium cupressiforme* (Hedw.) G. Roth (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность хорошая, вид активного мониторинга), *Drepanium incurvatum* (Schrad. ex Brid.) G. Roth (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга).

Учитывая общую флористическую емкость территории современного Центрального Донбасса с индустриальными комплексами и природно-охраняемыми территориями, бриобионты по таксономическому разнообразию соответствуют 7–9% от всего списка высших растений местной флоры, среди которых по эколого-ценотическим характеристикам есть виды-убиквисты с полноценной регистрацией во всех изученных экотопах, а также узколокальные виды, нуждающиеся в охране на государственном уровне.

На сегодняшний день бриотека кафедры ботаники и экологии ДонНУ состоит из более 1500 экз. отдельных этикетированных сборов, каждый из которых прошел первичную таксономическую верификацию на 187 видовых названий в окончательном списке. За полных шесть лет над коллекцией работали 13 студентов-бакалавров, магистры, научные и педагогические сотрудники кафедры, что позволило провести актуальную инвентаризационную работу такого масштаба.

Общая работа является частью выполняемой на кафедре научной темы по фундаментальной ботанике, включающее изучение флоры и растительности техногенно трансформированного региона, которым является Донбасс.

Таким образом, представлена систематическая группа бриобионтов (С-D) в коллекции кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета, за последние 6 лет, показаны этапы формирования брио-конвертов и сохранения коллекционного фонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. – Vol. 15. – P. 1–130.
2. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*. 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
3. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // *Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки*. – 2019. – № 1. – С. 121–128.

4. Сафонов А.И., Морозова Е.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–31.

5. Морозова Е.И., Сафонов А.И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых. – (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.

6. Морозова Е.И., Сафонов А.И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317-318.

7. Алемасова А.С., Сафонов А.И., Сергеева А.С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. науч. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60–65.

8. Сергеева А.С., Алемасова А.С., Сафонов А.И. Диагностика антропогенно трансформированных экотопов Донбасса по содержанию тяжелых металлов в гаметофитах мохообразных // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 15-18.

9. Сафонов А.И., Морозова Е.И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33–43.

10. Сафонов А.И. Технология биоиндикации в Донецком экономическом регионе // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 285-286.

11. Сафонов А.И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 10-12.

12. Сафонов А.И. Ботанико-экологические маркеры квантификации природных сред в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 40-47.

13. Бондарь Е.Н. Создание бриотеки на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 172–175.

14. Морозова Е.И., Бондарь Е.Н. Инвентаризация бриотеки кафедры ботаники и экологии ДонНУ // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 26-32.

FRAGMENT OF THE BRIOTECH OF URBAN AGGLOMERATIONS OF DONBASS

Annotation. The systematic group of bryobionts (C-D) in the collection of the Department of Botany and Ecology of Donetsk National University is presented. The stages of the formation of bryo-envelopes and the preservation of the collection fund are shown.

Keywords: Donbass, bryobionts, collection of plants

Bondar E.N.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University

E-mail: bondar.liza2015@yandex.ru

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Боровой И.И.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст. преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: В работе проведен обзор современных источников литературы по влиянию ионизирующего излучения на древесные растения.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, древесные растения, экосистемы.

Ионизирующее излучение является неотъемлемой частью окружающей нас среды. Естественный радиационный фон складывается из радиоактивных изотопов многих химических элементов, которые можно обнаружить в почве, воде и воздухе, а также космического излучения. Действие ионизирующего излучения можно наблюдать на всех уровнях биологической организации, от молекулярного уровня до экосистем [9].

Интерес к исследованиям влияния радиации на древесные растения обусловлен их широкой распространенностью на планете и очень важной ролью, которую они выполняют в поддержании кислородного баланса в атмосфере и водного баланса суши, в защите почв от эрозии, не говоря уже об огромном народнохозяйственном значении как поставщика древесины и других видов лесной продукции [6]. Древесные растения способны прочно удерживать радионуклиды (независимо от источника их поступления в лесной биогеоценоз), предотвращая тем самым их перемещение за пределы загрязненной территории [6]. Поэтому они оказывают большое влияние на миграцию радионуклидов в биосфере в глобальном масштабе [6].

Воздействие ионизирующего излучения на высшие растения представляет интерес для сельского хозяйства, садоводства, экологии и космической науки. Для понимания того, как ионизирующее излучение воздействует на растения нужно учитывать следующие моменты: во-первых, световые реакции фотосинтеза инициируются фотолизом воды – процессами с теми же продуктами, что и радиолиз воды, и это может привести к образованию огромных количеств окислительных радикалов, с которыми растения обычно справляются из-за высокой выработки антиоксидантов [23]; во-вторых, в многоклеточных растениях делящиеся клетки встречаются в меристематических тканях, которые имеют покоящиеся центры с функциональной эквивалентностью стволовым клеткам, но которые не идентичны им и не имеют, например, той же апоптотической способности, опосредованной p-53, как стволовые клетки животных [12]. Меристемы в растениях являются биологически отличным продуктом независимой эволюции многоклеточности [16], и влияние радиации на них малоизвестно. В-третьих, мейотические деления, которые производят образование гаметофитов в репродуктивных органах растений, в каждом поколении разделены множеством вегетативных клеточных делений в поколении спорофитов – то есть растения имеют чередование поколений и не имеют зарезервированной зародышевой линии [12]. И, в-четвертых, хотя опухоли могут возникать в тканях растений [2], из-за различного контроля групп размножающихся растительных клеток [17] и сниженной вероятности метастазирования в организмах без кровеносных систем растений не страдают от неблагоприятных раковых эффектов опухолей до такой же степени, как у многих животных. Следовательно, у растений вряд

ли могут быть такие же радиобиологические стохастические эффекты, как у животных, у которых многие такие эффекты являются раковыми [12].

Благодаря древесным растениям лесные экосистемы играют важную роль в защите окружающей среды от загрязнения радионуклидами. Наличие на пути горизонтальных воздушных потоков крупных массивов леса и даже отдельно стоящих деревьев приводит к своеобразной фильтрации переносимых радиоактивных частиц и их осаждению на листьях, хвое, стволах, ветвях деревьев [11]. В результате этого при поступлении радиоактивных веществ из атмосферы плотность радионуклидного загрязнения лесов в десятки раз превышает загрязнение открытых территорий [11]. Задерживая радиоактивные вещества, лесные насаждения выполняют буферную роль, препятствуя массовому дальнему разнесу радионуклидов. Так, в зоне Чернобыльской АЭС, где лесистость превышает 40%, в наиболее острый период развития аварии в конце апреля–начале мая 1986 г. окружающий лес, основной лесообразующей породой которого является сосна обыкновенная, в значительной степени поглотил радиоактивные выбросы из разрушенного реактора, предотвратив ветровой перенос радионуклидов на другие территории [11].

В царстве растений травянистые виды наименее радиочувствительные, а самые радиочувствительные – древесные виды. Реакция растения на облучение зависит от полученной дозы [11] (Рис. 1).

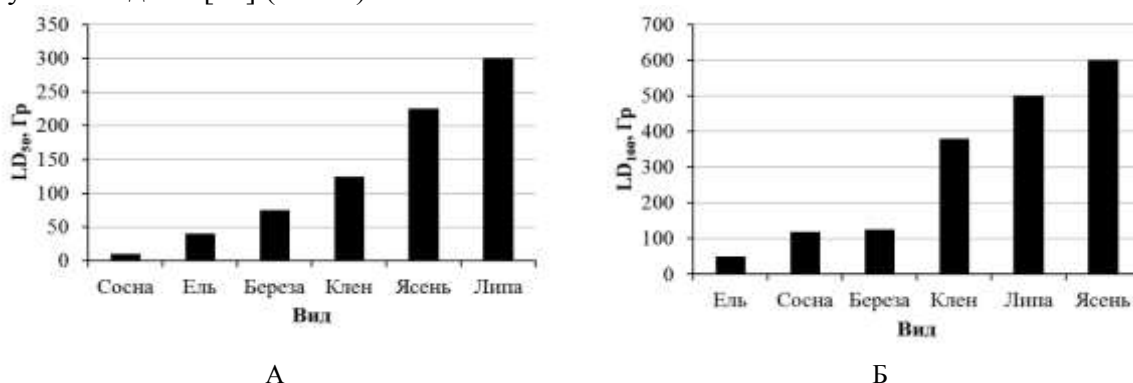


Рис. 1. Радиочувствительность семян некоторых видов древесных растений к рентгеновскому и γ -облучению

Примечания: А – LD₅₀, Гр, Б – LD₁₀₀ (согласно [11])

Характерно, что устойчивость древесных растений к ионизирующим излучениям определяется не только их видовой принадлежностью и сезонными условиями, но и общим их состоянием, определяемым, в частности, по шкале Крафта [6]. Более высокая радиочувствительность деревьев III-V классов роста и развития объясняется их общей ослабленностью и, как следствие, низкой репарационной способностью в пострadiационный период [6].

Особый интерес для исследований представляет катастрофические последствия взрыва реактора Чернобыльской АЭС. Не только отечественные [6, 3, 1, 15, 4], но и зарубежные ученые проявляют огромный интерес к данной проблеме [18, 19, 24, 22]. Было проведено несколько исследований роста деревьев и морфологических aberrаций в Чернобыльском регионе. Например, с помощью дендрохронологического анализа было обнаружено значительное снижение темпов роста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) [24]. Было обследовано 105 деревьев таким образом, чтобы на момент исследования (2009 г.) им было не менее 35 лет, чтобы зафиксировать рост как минимум за 10 лет до аварии. Темпы роста как до, так и после аварии в 1986 году были оценены с использованием годичных колец. Продольный анализ продемонстрировал

стремительное снижение темпов роста в наиболее радиоактивных районах в течение 3 лет после аварии, за которым последовали меньшие снижения, особенно в годы засухи [24]. Вероятно, это было следствием очень высоких доз облучения деревьев во время аварии, которые в последующие годы резко снизились [24].

Несколько исследований показали, что более молодые деревья были особенно уязвимы к воздействию радиации [20], при этом наблюдались значительные изменения в форме роста и качестве древесины.

У многих сосен в наиболее загрязненных районах Чернобыля наблюдаются резкие изменения в морфологии со своеобразным ветвлением, отражающим повреждение меристем во время аварии [3]. Не случайно у деревьев японской красной сосны (*Pinus densiflora*) и японской пихты (*Abies firma*) были обнаружены аномалии развития, аналогичные тем, которые наблюдались в Чернобыле после аварии на Фукусиме [22, 23]. Такое совпадение эффектов обеспечивает убедительную поддержку гипотезы о том, что радиационное воздействие во время развития было причинным фактором, лежащим в основе этих отклонений в развитии [13].

Неизвестно, в какой степени эффекты, наблюдаемые в Чернобыле, являются результатом прямого воздействия на сами деревья по сравнению с косвенным воздействием, опосредованным другими биотическими факторами. Например, исследования разложения растительного материала и активности почвенных беспозвоночных также показывают их значительное сокращение в районах с высоким уровнем загрязнения [12, 21], что, в свою очередь, может привести к снижению скорости повторного использования питательных веществ с последующим воздействием на рост растений [13].

Отечественные ученые Козубов Г.М. и Таскаев А.И. [3] занимались деактивацией лесов в «зоне отчуждения» в Чернобыле и пришли к выводам: дефолиация облученных насаждений нецелесообразна, так как естественное очищение крон происходит в краткие сроки; удаление лесной подстилки снижает мощности экспозиционных доз в 2–3 раза, а бета-поток в 15–16 раз [3], однако требует огромных трудозатрат и применимо только в парках и садах в ограниченных объемах; внесение минеральных удобрений с целью ускорения перемещения радионуклидов в более глубокие горизонты почвы экономически нецелесообразно; залесение территорий погибших лесов и пустошей, при невозможности использования этих площадей для других хозяйственных целей, является высокоактивным фактором стабилизации радиоэкологической обстановки на загрязненных территориях [3].

Исследования последствий радиационного воздействия на древесные растения, в частности дуба черешчатого *Quercus robur* L. в эксперименте были проведены в 1968–1979 гг. Ф.Л. Щепотевым и его учениками в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) и Донецком государственном университете [2,7]. В результате многолетних исследований были отобраны мутантные формы. Семена были получены в Славянском лесхоззаге Донецкой обл. После зимнего хранения весной 1968–1969 гг. семена были облучены на установке "Луч" гамма-излучением с мощностью 300 р/мин с дозами обработки 3042, 4056, 5070, 6080, 7038, 8023, 9017, 10010, 11005, 11999, 13069, 14058, 15050 Р (дозы 14058, 15050 Р – летальные). Количество желудей в каждом варианте – 50. Весной 1969 г. сеянцы были пересажены в школьное отделение питомника, в 1970 г. – расхимерены. В 1973 г. опытные растения пересажены в дендрарий ДБС. Расстояние между деревьями составляет 3 м, а между рядами 3,5 м.

В результате данного исследования были выявлены изменения развития ствола дуба черешчатого: зигзагообразность, раздвоение, сильный наклон. Такие изменения наблюдаются до сих пор [2,7].

Размеры облучённых деревьев достоверно меньше контрольных [8,9]. Диаметр стволов опытной группы деревьев, меньше чем диаметр стволов контрольной группы $d_{осн}$ на 5 ± 1 см, и d_{bh} на 8 ± 1 см. Высота ствола, опытной группы, меньше чем в контрольной группе на 2 ± 1 м [2,7].

Выводы. Суммируя вышеизложенное можно сделать вывод, что чрезмерные дозы радиации вызывают различные пороки развития древесных растений – гигантизм и карликовость листьев, многовершинность побега, образование дополнительных верхушечных и боковых побегов, нарушение геотропической ориентации побегов, "лысые" побеги, изменения размеров растений, цветков, стеблей, ветвления, а в некоторых случаях – гибель растения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюхов В.Г. Влияние радиоактивного облучения материнских деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на цитогенетические показатели семенного потомства (отдаленные эффекты) / В.Г. Артюхов, В.Н. Калаев, А.Д. Савко // Вестник Воронежский государственный университет. □ Сер.: Физико-математическая. □– 2004. □– № 1. □– С. 121-128, 225, 231.
2. Боровой И.И., Лиманец А.А. Пострадиационные эффекты дуба черешчатого / И.И. Боровой, А.А. Лиманец // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. V Меж. науч. конф. (17-18 ноября 2020 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2020. – Т. 2 – С. 130-132.
3. Гродзинский Д.М. Антропогенная радионуклидная аномалия и растение / Д.М. Гродзинский, К.Д. Коломиец, Ю.А. Кутлахмедов. – К.: Изд-во "Лыбидь", 1991. □– 160 с.
4. Гродзинский Д.М. Формирование репродуктивной системы растений / Д.М. Гродзинский, Е.А. Кравец, О.А. Хведынич, К.Д. Коломиец, В.П. Банникова // Цитология и генетика : сб. науч. тр. □– 1996. – Т. 30, № 3. – С. 37-45.
5. Гудков И.Н., Кудяшева А.Г., Москалёв А.А. Радиобиология с основами радиоэкологии: учебное пособие / И.Н. Гудков, А.Г. Кудяшева, А.А. Москалёв. – Сыктывкар : Изд-во СыктГУ, 2015. – 512 с.
6. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз / Д.А. Криволицкий, Ф.А. Тихомиров, Е.А. Федоров, А.Д. Покаржевский, А.И. Таскаев. — М.: Наука, 1988. — 240 с. — ISBN 5-02-005281-7
7. Корниенко В. О., Нецветов М. В. Влияние радиационного облучения на архитектуру надземной части дуба черешчатого *Quercus robur* L. / В. О. Корниенко, М. В. Нецветов // Научный вестник НЛТУ. Львов. – 2016. – Вып. 26/3. – С. 93-99.
8. Козубов Г.М., Таскаев А.И. Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы (1986-2001 гг.). М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2002. 272 с.: ил., карт.
9. Щепотьев Ф.Л. Пострадиационная изменчивость и селекция дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) / Ф.Л. Щепотьев, А.Н. Сумская // Генетические и селекционные исследования в Донбассе: сб. науч. тр. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1978. – С. 96-103.
10. Щепотьев Ф.Л. Мутационная селекция дуба (*Quercus robur* L.) / Ф.Л. Щепотьев // Цитология и генетика: сб. науч. тр. Киев. – 1973. – Т. 7, № 5. – С. 413-416.
11. Athena Aktipis, C., Boddy, A. M., Jansen, G., Hibner, U., Hochberg, M. E., Maley, C. C., et al. (2015). Cancer across the tree of life: cooperation and cheating in multicellularity. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 370:20140219. doi: 10.1098/rstb.2014.0219
12. Bezrukov V., Møller A. P., Milinevsky G., Rushkovsky S., Sobol M., Mousseau T. A. (2015). Heterogeneous relationships between abundance of soil surface invertebrates and radiation from Chernobyl. *Ecol. Indic.* 52 128–133.
13. Caplin N, Willey N. Ionizing Radiation, Higher Plants, and Radioprotection: From Acute High Doses to Chronic Low Doses. *Front Plant Sci.* 2018;9:847. Published 2018 Jun 26. doi:10.3389/fpls.2018.00847
14. Doonan, J. H., and Sablowski, R. (2010). Walls around tumours - why plants do not develop cancer. *Nat. Rev. Cancer* 10, 794–802. doi: 10.1038/nrc2942
15. Effects of ionizing radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards. — Vienna : International Atomic Energy Agency, 1992.
16. Møller, A. P., and Mousseau, T. A. (2015). Strong effects of ionizing radiation from Chernobyl on mutation rates. *Sci. Rep.* 5:8363. doi: 10.1038/srep08363
17. Møller, A. P., and Mousseau, T. A. (2016). Are organisms adapting to ionizing radiation at Chernobyl? *Trends Ecol. Evol.* 31, 281–289. doi: 10.1016/j.tree.2016.01.005

18. Mousseau, T. A., Welch, S. M., Chizhevsky, I., Bondarenko, O., Milinevsky, G., Tedeschi, D. J., et al. (2013). Tree rings reveal extent of exposure to ionizing radiation in Scots pine *Pinus sylvestris*. *Trees Struct. Funct.* 27, 1443–1453. doi: 10.1007/s00468-013-0891-z

19. Mousseau T. A., Milinevsky G., Kenney-Hunt J., Møller A. P. (2014). Highly reduced mass loss rates and increased litter layer in radioactively contaminated areas. *Oecologia* 175 429–437.

20. Mousseau TA, Møller AP. Plants in the Light of Ionizing Radiation: What Have We Learned From Chernobyl, Fukushima, and Other "Hot" Places?. *Front Plant Sci.* 2020;11:552. Published 2020 May 8. doi:10.3389/fpls.2020.00552

21. Tulik M., Rusin A. (2005). Microfibril angle in wood of Scots pine trees (*Pinus sylvestris*) after irradiation from the Chernobyl nuclear reactor accident. *Environ. Pollut.* 134 195–199.

22. Watanabe, Y., Ichikawa, S., Kubota, M., Hoshino, J., Kubota, Y., Maruyama, K., et al. (2015). Morphological defects in native Japanese fir trees around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Sci. Rep.* 5:13232. doi: 10.1038/srep13232

23. Willey, N. J. (2016). *Environmental Plant Physiology*. Oxford: Garland Science. 14. Fulcher, N., and Sablowski, R. (2009). Hypersensitivity to DNA damage in plant stem cell niches. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106, 20984–20988. doi: 10.1073/pnas.0909218106

24. Yoschenko V., Nanba K., Yoshida S., Watanabe Y., Takase T., Sato N., et al. (2016). Morphological abnormalities in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) at the territories contaminated as a result of the accident at Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant. *J. Environ. Radioact.* 165 60–67.

THE EFFECT OF IONIZING RADIATION ON WOODY PLANTS (LITERATURE REVIEW)

Annotation: The paper reviews current sources of literature on the effect of ionizing radiation on woody plants.

Keywords: ionizing radiation, woody plants, ecosystems.

Borovoi I. I.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: ilya.borovoi@gmail.com

УДК 542.934.8/542.08

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФАЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Василенко А.С.

*Научные руководители: Сирюк Ю.А., д.ф.-м.н., проф.; Капшуков Р.А. ст.преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В данной статье проведен анализ литературных источников связанных с визуальной и компьютерной обработкой фаций различных биологических жидкостей. Описаны основные подходы по проведению процесса дегидратации биологических жидкостей, а также автоматизированной обработке изображений фаций.

Ключевые слова: дегидратация, биологическая жидкость, фация, компьютерная обработка.

Вступление. На протяжении последних лет в современной научной литературе активно изучается такой процесс, как дегидратация биологических жидкостей. Такой интерес к данному процессу вызван тем, что, по мнению большинства авторов [1-6], рисунок, образующийся при высушивании, может указывать на наличие определенных заболеваний. Таким образом, данный метод представляет большой интерес для ранней диагностики различных заболеваний [2-5]. Достоинствами данного метода является то, что он не требует дорогостоящего оборудования, инвазивных вмешательств, достаточно

информативен и не занимает много времени. Однако визуальное обследование большого количества фаций не может быть объективным, поэтому актуальной является задача разработки программы по автоматизированной обработке фаций. Цель данной работы заключается в том, чтобы выяснить основные подходы по обработке изображений фаций различных биологических жидкостей.

Основная часть. Общая методика проведения дегидратации биологических жидкостей заключается в следующем [3,4]. На предметное стекло микро дозатором наносится капля биологической жидкости объемом 10 - 20 мкл., при стандартных условиях капля высушивается в течение 12 – 24 часов и анализируется.

В результате дегидратации биологической жидкости образуется фация – сухая пленка с определенным рисунком. Для каждой биологической жидкости характерен определенный тип рисунка, появление дополнительных узоров, нарушение симметрии свидетельствует о наличии того или иного заболевания [3-5].

Существует множество авторских методик по проведению процесса дегидратации биологических жидкостей они могут включать такие дополнения как, предварительное центрифугирование биоматериала, использование термостата и т.д. [7,8].

Для проведения исследований используют различные биологические жидкости, такие как: сыворотка крови, слеза, слюна и т.д. Также, для накопления экспериментальных данных авторами [9] исследуются и модельные растворы, это растворы солей и белков в разных концентрациях. Чаще всего используют физиологический раствор NaCl в сочетании с такими белками как, альбумин и цитохром.

В большинстве своем работы по исследованию дегидратации биологических жидкостей носят описательный характер [1-5]. В данных работах изучены и описаны структуры, которые могут указывать на наличие определенных заболеваний. Визуальное исследование и оценка таких препаратов занимает большое количество времени, поэтому авторами [7,8,10-14] разрабатываются методики по автоматизированной обработке данных.

Например, в работе [7] анализ изображения проводится при помощи программного комплекса FRAM. Авторы считают, что для количественной оценки фаций может быть применен фрактальный анализ. Данный комплекс имеет модульную структуру. Фрактальный анализ каждого кадра начинается с загрузки изображения, входное изображение представляется в виде матрицы. В программе автоматически строится гистограмма яркости изображения, и рассчитываются его общие параметры. Далее работа программы заключается в выборе метода и формул расчета фрактальной размерности, после чего строится поле фрактальных размерностей, пример представлен на рисунке 1.

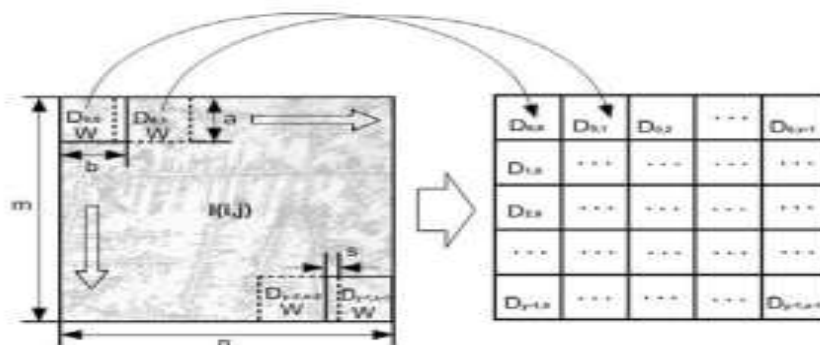


Рисунок 1 – Схема процесса построения поля фрактальных размерностей [7].

Анализ поля фрактальных размерностей может осуществляться автоматически с помощью методов сегментации, к которым относится реализованный в программе метод

«к-дерева». Данный метод позволяет выделять кластеры с одинаковой размерностью, контрастировать изображения и находить визуально не определяемые особенности. Все изображения сохраняются в отдельных файлах.

В работе [10] была разработана компьютерная программа по обработке изображений путем оптического радиально – углового сканирования. Выбор данного метода обусловлен как центральной - осевой симметрией фации, так и тем, что фацию условно можно разделить на три concentрические зоны: центральную периферическую и переходную. Таким образом, произведя сканирование по серии колец, перекрывающих области фации от центральной зоны до периферической, можно получить количественную оценку пространственного расположения структурных элементов фации. Пример сканирования представлен на рисунке 2.

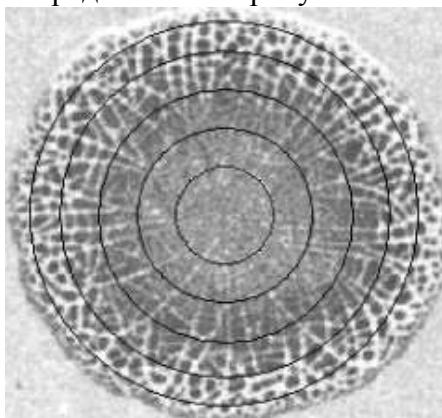


Рисунок 2 – Схема сканирования изображения [10]

Данный метод может быть использован в том случае, когда видимые структурные элементы имеют отличный от основного фона оттенок. Авторы обращают внимание на то, что фации биологических жидкостей имеют различную оптическую плотность для каждой группы структурных элементов. При этом оптическая плотность структурного рисунка изменяется радиально и поэтому не одинакова для разных concentрических зон, но может считаться одинаковой для одной concentрической зоны. Таким образом, сделав выборку по большому числу окружностей разных радиусов и подсчитав число флуктуаций оптической плотности на разных ее уровнях, будет получена полная картина изменения пространственной плотности структурных элементов фации в радиальном направлении.

В работе [11] рассмотрен метод бинарной классификации изображений на основе предварительного выделения статистических признаков. Авторы для анализа изображений фаций используют гистограммы распределения значений яркости. Для обработки все цветные снимки конвертируются в градации серого. Далее следует удаление фона, на снимке выделяют очертания фации. Для удаления пикселей фона был использован алгоритм, основанный на применении гистограмм. После того, как снимки были приведены к полутоновому виду, выделяются признаки, по которым можно проводить автоматическую классификацию. Авторы выделяют два класса признаков: «High» это высокая степень заболевания и «Normal» отсутствие заболевания. Пример обработки изображений представлен на рисунке 3.

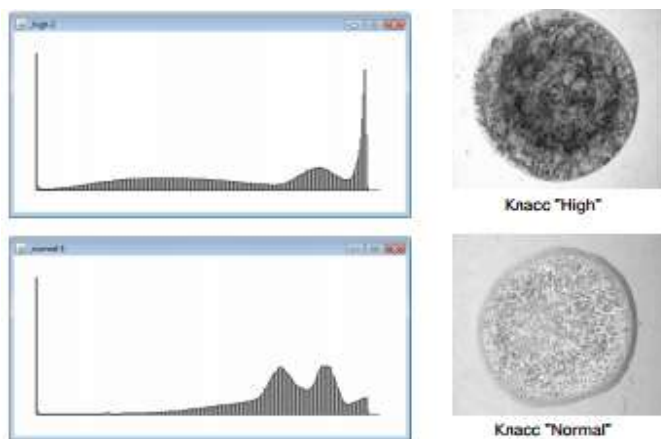


Рисунок 3 – Изображение фаций и гистограмм для двух классов заболевания [11]

Также в некоторых работах по анализу изображений фаций используются различные математические пакеты, такие как: Maple, Mathcad, Matlab и др. Например, в работе [12] было проведено исследование текстур фаций при помощи данного программного обеспечения. Первым этапом в компьютерной обработке изображений авторы выделяют нормализацию яркости изображения. Использовалась математическая двумерная модель изображения, в которой значительную часть поля яркости занимает пространственно – протяженный объект. Исходя из этого область изображения можно разбить на два типа, соответствующих объекту и фону. Пример анализа фаций при помощи математической модели представлен на рисунке 4.

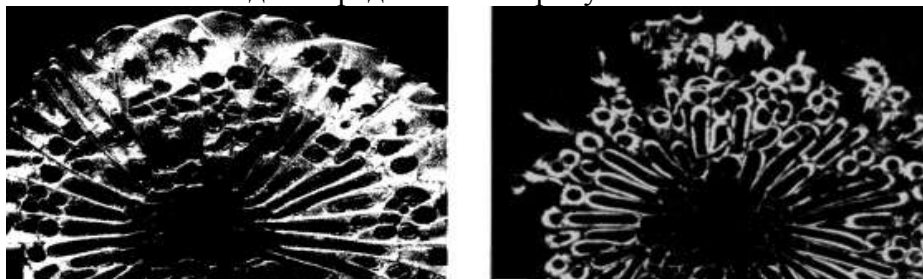


Рисунок 4 – Нормализованное изображение фации [12]

В работе [13] с помощью пакета Mathematica 9.0 (Wolfram Research) проводился автоматизированный анализ структур фаций биологических жидкостей. Был применен анализ текстуры фации с применением статистики второго порядка, основанный на матрицах вероятностного распределения яркости на изображении. Также находилась фрактальная размерность. Авторы отмечают, что рост фрактальной размерности был пропорционален тяжести патологии. При разработке метода автоматизированного анализа линейных структур фации авторами было выявлено, что одним из важных компонентов структуры фаций являются трещины. Это позволило разработать алгоритм обнаружения трещин, имеющих прямолинейную структуру. Рисунок трещин является важным диагностическим показателем, так как характер и расположение трещин на фациях у здоровых и больных людей имеют значительные отличия. Анализ изображения фаций осуществлялся после предварительной сегментации изображения. В результате предварительной сегментации и фильтрации изображений структурные элементы фаций выявлялись с помощью ключевых точек, по координатам которых можно вывести эти структуры как самостоятельные изображения, что в дальнейшем квалифицировалось авторами как маркеры разных патологических состояний. На основе анализа

структурных элементов фаций построен классификатор, который позволяет определить тип имеющихся маркеров. На рисунке 5 показан пример анализа фации сыворотки крови.

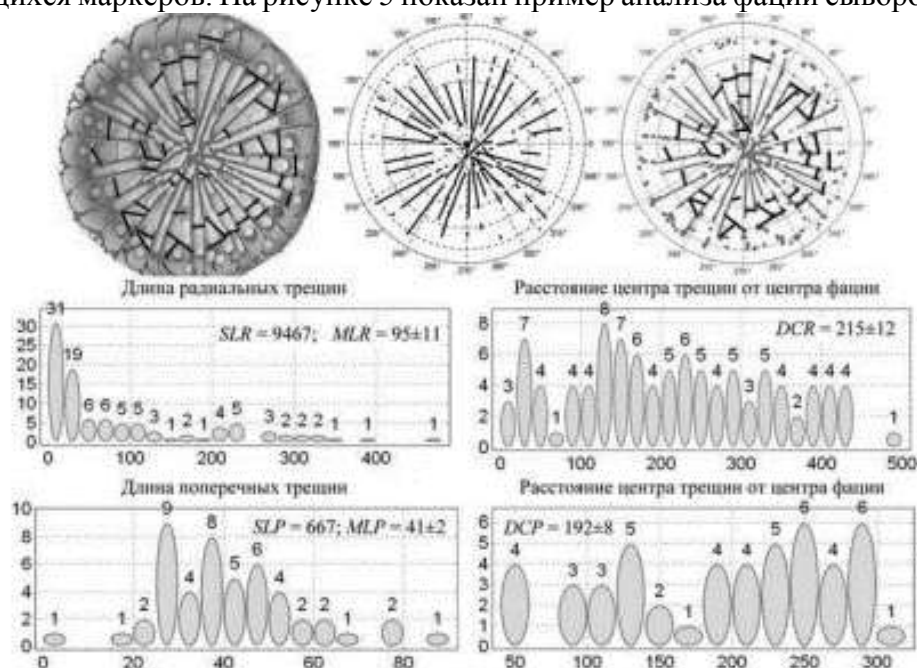


Рисунок 5 – Анализ фации сыворотки крови [13]

В большинстве работ [12-14] автоматизированный анализ снимков фаций биологических жидкостей, осуществляется после предварительных преобразований, таких как сегментация и фильтрация изображения. Такие преобразования снимков фаций также можно осуществлять в программном комплексе ImageJ. ImageJ, это свободно распространяемое программное обеспечение, оно позволяет отображать, редактировать, анализировать, обрабатывать и сохранять различные типы изображений. Данная программа, например, была использована в работе [15], в которой авторами проводилось исследование фаций, образованных белково-солевым раствором цитохрома с, с различным содержанием белка. В результате обработки указанных фаций встроенными плагинами программы ImageJ, были получены зависимости фрактальной размерности от порога яркости. Кроме того, авторами проводились исследования возможностей данной программы для определения зависимости фрактальной размерности от концентрации белка.

Выводы. Исходя из анализа литературных источников в области компьютерной обработки изображений фаций биологических жидкостей можно отметить большое разнообразие подходов к данному процессу, что свидетельствует о перспективности данного направления исследований. Компьютерные методы анализа изображений могут стать эффективным инструментом для количественной и качественной оценки фаций, что будет в дальнейшем способствовать установлению диагноза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркевич В.Э., Кириленко Е.А., Петрашенко В.А., Заблоцкая Т.Ю., Билоконь М.А. Методы клиновидной дегидратации биологических жидкостей // Украинский медицинский альманах. –2014. – Т 17, вып 3. – С. 55-58.
2. Максимов С.А. Морфология твердой фазы биологических жидкостей как метод диагностики в медицине. // Бюллетень сибирской медицины. – 2007. – Т. 6, вып. 4. – С. 80–85.

3. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. – М.: Хризостом, 2001. – 304 с.
4. Шатохина, С.Н., Шабалин В.Н. Атлас структур неклоточных тканей человека в норме и патологии: в 3 томах. Том II. Морфологические структуры сыворотки крови. – Тверь: Триада, 2013. – 240 с.
5. Симонова Ж.Г., Мартусевич А.К., Шубина О.И., Эмануэль В.Л. Особенности структуризации биологических жидкостей пациентов с сочетанной патологией кардиоваскулярной системы и желудочно-кишечного тракта. // Современные технологии в медицине. – 2014. – Т. 6, вып. 3. – С. 64-71.
6. Бузоверя М.Э., Щербак Ю.П., Шишпор И.В. Количественная оценка микроструктурной неоднородности фаций биожидкостей. // Журнал технической физики. – 2014. - Т. 84, вып. 10. - С. 133-138.
7. Марченко Н.В., Дюбко Т.С., Марченко В.С., Белоножко А. П., Линник Т.П., Яковлева Е.А., Чуб Н.Н., Егорова М.И., Артеменко А. Б. Применение фрактального анализа при оценке изменения макроструктуры дегидратированных биологических жидкостей. // Проблемы криобиологии. – 2007. - Т.17, вып. 4. - С.315-326.
8. Булкина Н.В., Бриль Г.Е., Постнов Д.Э., Поделинская В.Т. Количественная характеристика кристаллографической картины ротовой жидкости в норме и при воспалительных заболеваниях пародонта. // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. – 2013. вып. 1. - С.1-7.
9. Бузоверя М.Э., Щербак Ю.П., Шишпор И.В. Экспериментальное исследование микроструктур фаций сывороточного альбумина. // Журнал технической физики. – 2012. - Т. 82, вып. 9. - С. 87-94.
10. Елизаров А.И., Заблочкая Т.Ю. Метод количественной оценки изображений с центральной симметрией на примере фаций биологических жидкостей. // Вестник КГПУ. – 2007. - Т.42, вып. 1. - С.8-13.
11. Мажуга В.В., Хачумов М.В. Алгоритмы обработки изображений для классификации состояний биологических систем. // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2012. - вып. 2. - С.54-63.
12. Кривоzubов В.П., Захарова Н.О., Николаева А.В. Распознавание сухих структурированных пленок биожидкостей с использованием матмоделей и компьютерной технологии. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2007. - Т.10, вып. 4. - С.97-106.
13. Захарова Г. П., Шабалин В. В. Компьютерная идентификация отличительных признаков и аномалий в образцах многокомпонентных растворов биологических жидкостей. // Российская оториноларингология. – 2014. - Т. 73, вып. 6. - С. 37-42.
14. Крашенинников В.Р., Маленова О.Е., Яшина А.С. Алгоритмы обнаружения маркёров на фациях биологических жидкостей человека. // Информационные технологии и нанотехнологии. – 2017. - С. 655-662.
15. Капшук Р.А., Бадекин М.Ю. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах. Том II. Применение программного комплекса ImageJ для анализа фаций белково-солевого раствора. – Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец», 2019. – 201 с.

METHODS FOR ANALYSIS OF THE FACIES OF BIOLOGICAL FLUIDS (LITERATURE REVIEW)

Annotation. This article analyzes the literature related to visual and computer processing of facies of various biological fluids. The main approaches to the process of dehydration of biological fluids, as well as automated processing of facies images are described.

Key words: dehydration, biological fluid, facies, computer processing.

Vasilenko A.S.

Scientific advisers: Siryuk Yu.A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Kapshukov R.A. senior Researcher

Donetsk National University

E-mail: 0505700883@mail.ru

УДК 582.998

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE BEZCHT. ET G. PRESL В ГЕРБАРНОЙ КОЛЛЕКЦИИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ГОУ ВПО ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Витязь Е.М.

**Научный руководитель: Демьяненко Т.В., к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. В представленной работе проведен таксономический анализ десяти родов из семейства Asteraceae Bezcht. et G. Pzsl в гербарной коллекции кафедры ботаники и экологии ГОУ ВПО ДонНУ. Указаны места сбора образцов и проведена хронология сборов. Установлено, что в роде *Centaurea* L. наибольшее количество образцов у *C. diffusa* Lam., самый ранний гербарный образец датируется 1969 годом.

Ключевые слова: гербарий, таксон, семейство Asteraceae, род, вид, флора

Гербарии — это коллекции засушенных растений — они являются важнейшей и принципиально незаменимой основой систематических, флористических и ботанико-географических исследований. Возможность многократного использования, извлечения как новой информации, так и проверки уже имеющейся, отличает гербарный образец от самого лучшего рисунка или описания растения в книге. Гербарий позволяет сохранять для науки подлинные документы природы — образцы современной, исчезающей или исчезнувшей растительной жизни на Земле; предоставляет возможность заниматься изучением растений в любое время года [10]. Большинство гербарных хранилищ являются региональными, т.е. представляют флору тех территорий, где они располагаются.

Проведение таксономического анализа является логическим завершением инвентаризации флоры. Он призван, в первую очередь, выявить уровень видового богатства, таксономическое разнообразие, а также соотношение видов между систематическими категориями более высокого ранга, т.е. систематическую структуру данной флоры. [9]. В гербариях хранятся образцы, которые могут содержать сведения, например, например, об особенностях распространения растений. Следует помнить, что гербарный образец — единственный источник информации для некоторых специальных исследований: морфологических, систематических, популяционных и т.д.

Таксономический анализ призван, в первую очередь, выявить уровень видового богатства флоры, её таксономическое разнообразие, а также соотношение видов между систематическими категориями более высокого ранга, т.е. систематическую структуру данной флоры. Соотношение численности видов растений из различных семейств, в особенности ведущих, отображает «лицо» флоры, является, по словам А.И. Толмачева (1974), «одним из существеннейших элементов региональной характеристики флоры».

Таксономический анализ представленных в работе родов проводили с помощью определителей и флор [2, 4]. Принадлежность видов и авторское соответствие приведено по системе А.Л. Тахтаджяна (2009) [7]. Полученные результаты представлены в таблицах. Места сбора гербарных образцов переведены в рамках, существующих на период сбора гербария территориальных границ.

Таблица 1 – География и хронология сборов некоторых родов семейства Asteracea Bezcht. et G. Pzsl в гербарной коллекции кафедры ботаники и экологии ГОУ ВПО ДонНУ

Название вида	Место сбора	Год
ОТДЕЛ MAGNOLIOPHYTA – МАГНОЛИОФИТЫ		
КЛАСС MAGNOLIOPSIDA – МАГНОЛИОПСИДЫ		
ПОРЯДОК ASTERALES – АСТЕРАЛЕС		
СЕМЕЙСТВО ASTERACEAE (COMPOSITAE) – АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ)		
1. Род <i>Anthemis</i> L. – пупавка		
1. <i>A. tinctoria</i> L. – п. красильная	с. Дроновка; с. Степное, Марьинский р-н; с. Дмитриевка	2013, 1985, 1979, 1983
2. <i>A. subtinctoria</i> Dobroc. – п. полукрасильная	с. Дроновка; г. Запорожье, с. Сидорово, Славянский р.; с. Никитовка; г. Донецк; с. Платоновка; урочище «Ларинское»; с. Богородичное; с. Платовка	1996, 1988, 1985, 1995, 1997, 2011, 1983, 1984, 2003, 2006, 2011, 1991, 1983
3. <i>A. ruthenica</i> M. Vieb. – п. русская	с. Богородичное; г. Донецк; с. Пески	1998, 1980, 2006, 1997
4. <i>A. nobilis</i> – п. благородная	г. Донецк (ДБС)	2006
5. <i>A. cotula</i> L. – п. собачья	г. Артемовск; урочище «Ларинское»	2005, 2006
6. <i>A. arvensis</i> L. – п. полевая	с. Дроновка	2011, 2013
2. Род <i>Achyrophorus</i> Adans. – прозаннык		
1. <i>A. maculatus</i> L. Scop. – п. крапчатый (<i>Hypochaeris maculata</i> L.)	с. Сидорово	1974
3. Род <i>Ambrosia</i> L. – амброзия		
1. <i>A. artemisiifolia</i> L. – а. полынолистная	г. Донецк; с. Новоселовка; г. Торез; г. Харцызск	2011, 1991, 16.07.2004, 1998, 2005, 2006, 2012
4. Род <i>Artemisia</i> L. – полынь		
1. <i>A. lerchiana</i> Web. ex Stechm. – п. Лерхе	г. Новогородовка	2006
2. <i>A. absinthium</i> L. – п. горькая	г. Донецк (ДБС); г. Енакиево; г. Торез; с. Яцкое; п. Пески; с. Чечерино; урочище «Ясиноватский лес»; с. Дороновка; г. Мариуполь; г. Артемовск; г. Марьинка; п. Яровая; г. Донецк; с. Платоновка	2005, 2013, 2006, 1988, 1996, 2006, 2005, 2010, 1991, 2005, 2013, 1981, 2006, 2004, 2000, 1983
3. <i>A. pontica</i> L. – п. понтийская	с. Старый Караван	1992
4. <i>A. scoparia</i> Waldst. & Kit. – п. веничная	г. Донецк	1991
5. <i>A. arenaria</i> DC. – п. песчаная (= <i>A. tshernieviana</i> Besser – п. Черняева)	с. Дмитриевка	1983
6. <i>Artemisia marschalliana</i> Spreng. – п. Маршалла	г. Донецк	1981, 2004, 2013
7. <i>A. vulgaris</i> L. – п. обыкновенная	урочище «Ларинское»; г. Донецк; д. Мотяково	2005, 2008, 1997
Название вида	Место сбора	Год
8. <i>A. austriaca</i> Jacq. – п. австрийская	с. Богородичное; Сумская область; г. Донецк; пос. Донецкий, Краснолиманский р.; урочище «Ясиноватский лес»; п. Седово	2006, 1972, 1984, 2005, 1971, 1981, 2000, 2006
5. Род <i>Arctium</i> L. – лопух		
1. <i>A. lappa</i> L. – л. настоящий	г. Макеевка	1987
2. <i>A. tomentosum</i> Mill. – л. войлочный	г. Красноармейск; г. Енакиево	1993, 2013
6. Род <i>Arnica</i> L. – арника		
1. <i>A. montana</i> L. – а. горная	Карпаты	1994
7. Род <i>Bidens</i> L. – череда		
1. <i>B. tripartita</i> L. – ч. трехраздельная		
8. Род <i>Calendula</i> Adans. – ноготки (календула)		
1. <i>C. arvensis</i> L. – н. полевые	г. Краматорск	2013

2. <i>C. officinalis</i> L. - н. лекарственные	г. Донецк; п. Седово; г. Красноармейск; п. Коммунар; с. Мелекино; г. Макеевка; п. Яровая; р. Александровский	1989, 1987, 2006, 1988, 1978, 2006, 1979, 1986, 1980, 2006, 2011, 1976
9. Род <i>Cirsium</i> Mill. – бодяк		
1. <i>C. vulgare</i> (Savi) Ten. – б. обыкновенный	с. Платоновка	1983
2. <i>C. lanceolatum</i> (L.) Scop. – б.ланцетовидный	с. Платоновка	1983
3. <i>C. rivulare</i> (Jacq.) All. – б. прибрежный	п. Климово	1998
4. <i>C. setosum</i> (Willd.) Besser – б.щегинистый (= <i>C. vulgare</i>)	п. Седово; Донецкое море	1988,1996
5. <i>C. arvense</i> (L.) Scop. – б. полевой	г. Енакиево; окрест. с. Ильичевки; урочище «Путиловский лес»; с. Платоновка; п. Новый свет	2013, 1987, 1994, 1983, 1987
10. Род <i>Centaurea</i> L.– василек		
1. <i>C. jacea</i> L.– в. луговой	г. Павлоград; г. Макеевка; с. Дроновка; п. Яровая	2005, 2006, 2003, 2013, 1981
2. <i>Centaurea cyanus</i> L.– в. синий	Велико-Анадольский лес; г. Енакиево; с. Левадное; г. Торез; г. Донецк; с. Дроновка	1991, 2013, 2002, 1991, 2004, 2006, 2011
3. <i>C. diffusa</i> Lam.– в. раскидистый	с. Зоряное; п. Щурово; с. Красное; с. Караван; г. Енакиево; урочище «Ларинское»; г. Донецк; с. Дроновка; п. Пески; г. Ясиноватая; г. Донецк (ДБС)	2006,2005,1992, 2013,2003,2006, 2005,1969,1996, 2011,2013,1996, 1996, 2006, 1995, 1995
4. <i>C. micranthos</i> S. G. Gmel. ex Hauek – в. мелкоцветковый (= <i>C. biebersteinii</i> – в. Биберштейна)	с. Дроновка	1996
5. <i>C. taliewii</i> Kleopow – в. Талиева	г. Дебальцево	1991
6. <i>C. trichocephala</i> M. Vieb. – в. волосистоголовый	с. Дроновка	2011, 2013
7. <i>C. substituta</i> Czerep. – в. замещающий	п. Брусин	1999
8. <i>C. lavrenkoana</i> Klokov. – в. Лавренко	п. Яровая	1981
9. <i>C. iberica</i> Trev. ex Spreng – в. иберийский	с. Богородичное	1981
10. <i>C. ruthenica</i> Lam.– в. русский	г. Ясиноватая; с. Дроновка; с. Михайловское	2000, 2011, 2013, 1988
11. <i>C. pseudocoriacea</i> Dobrocz. – в. ложнокожистый	г. Ясиноватая; г. Макеевка; с. Богородичное	2006,20006, 1991
12. <i>C. pseudomaculosa</i> Dobrocz. – в. ложнопятнистый	г. Донецк	2007
13. <i>C. orientalis</i> L.– в. восточный	урочище «Ларинское»; п. Коммунар; п. Пески; г. Донецк	2003, 2005, 1996, 2006, 2004
14. <i>C. scabiosa</i> L.– в. скабиозовидный	с. Дроновка; с. Пески; Донецкое море; п. Курахово; с. Ларино	1996, 2011, 1994, 2006, 2005
11. Род <i>Lactuca</i> L. – латук, молокан		
1. <i>Lactuca tatarica</i> C. A. Mey. – латук татарский	с. Дмитриевка; с. Платоновка	1982, 1983

Примечание: 1) урочище «Ларинское» - село Ларино, Донецкая область; 2) урочище «Ясиноватский лес», город Ясиноватая, Донецкая область; 3) п. Пески – поселок Пески, Донецкая область; 4) г. Донецк (ДБС) – территория ГУ «Донецкий ботанический сад», город Донецк, Донецкая область; 5) село Старый Караван, Краснолиманский район, Донецкая область; 6) п. Яровая – пгт. Яровая Краснолиманский район, Донецкая область; 7) г. Курахово – Курахово, Марьинский район, Донецкая область; 8) г. Ясиноватая – город

Ясиноватая, Донецкая область; 9) с. Богородичное – село Богородичное, Славянский район, Донецкая область; 10) окрестности г. Артемовска – г. Артемовск, Артемовский район, Донецкая область; 11) с. Ильичевки – село Ильичевки, Краснолиманский район, Донецкая область; 12) с. Платоновка – село Платоновка, Артемовский район, Донецкая область; 13) с. Дмитриевка – село Дмитриевка, Шахтерский район, Донецкая область; 14) с. Сидорово – село Сидорово, Славянский район, Донецкая область; 15) с. Дроновка – село Дроновка, Артемовский район, Донецкая область; 16) с. Степное – село Степное, Марьинский район, Донецкая область; 17) г. Запорожье – город Запорожье, Запорожская область; 18) с. Никитовка – село Никитовка, Антрацитовский район, Луганская область; 19) с. Новоселовка – село Новоселовка, Волновахский район, Донецкая область; 20) г. Торез – город Торез, Донецкая область; 21) г. Харцызск – город Харцызск, Донецкая область; 22) г. Новогродовка – город Новогродовка, Донецкая область; 23) г. Енакиево – город Енакиево, Донецкая область; 24) с. Яцкое – село Яцкое, Краснолиманский район, Донецкая область; 25) с. Чечерино – село Чечерино, Волновахский район, Донецкая область; 26) г. Мариуполь – город Мариуполь, Донецкая область; 27) д. Мотяково – деревня Мотяково, Люберецкий район, Московская область; 28) п. Донецкий – поселок Донецкий, Кировский городской совет, Луганская область; 29) п. Седово – пгт. Седово, Новоазовский район, Донецкая область; 30) г. Макеевка – город Макеевка, Донецкая область; 31) г. Красноармейск – город Красноармейск, Донецкая область; 32) Карпаты – горная система в Центральной и Восточной Европе; 33) п. Коммунар – пгт. Коммунар, Марьинский район, Донецкая область; 34) с. Мелекино – село Мелекино, Мангушский район, Донецкая область; 35) п. Климово – пгт. Климово, Климовский район, Брянская область; 36) п. Новый Свет – поселок Новый Свет, Старобешевский район, Донецкая область; 37) г. Павлоград – город Павлоград, Днепропетровская область; 38) Велико-Анадольский лес – Велико-Анадольский лес, Волновахский район, Донецкая область; 39) с. Левадное – село Левадное, Александровский район, Донецкая область; 40) с. Зоряное – село Зоряное, Марьинский район, Донецкая область; 41) п. Щурово – поселок Щурово, Краснолиманский район, Донецкая область; 42) с. Красное – село Красное, Красноармейский район, Донецкая область; 43) с. Караван – село Караван, Нововодолажский район, Харьковская область; 44) г. Дебальцево – город Дебальцево, Донецкая область; 45) п. Брусин – поселок Брусин, Красноармейский район, Донецкая область; 46) Донецкое море – водохранилище г. Донецка, Донецкая область.

В результате мы установили, что наиболее ранний гербарный образец принадлежит *Centaurea diffusa* Lam. собран в 1969 году в поселке Пески, а самые поздние гербарные сборы датированы в 2013 годом. Это образцы, собранные в г. Енакиево, а также в с. Дроновка. Наибольшее количество сборов приходится на период с 2005 по 2013 гг. Для выявления систематического разнообразия проводили таксономический анализ, некоторых родов названного семейства. Результаты таксономического анализа исследуемых родов представлены в таблице 2. В ходе обработки гербарных листов, выявили листы с неверно идентифицированными образцами, что требует дальнейшей обработки и корректировки результатов.

Установлено, что наибольший процент по количеству гербарных экземпляров составляет *Centaurea diffusa* Lam. (11,06%), и несколько меньше *Artemisia absinthium* L. (9,8%). Некоторые виды в последней трактовке филогенетической системы А.Л. Тахтаджяна (2009) объединены с другими видами, например, *A. arenaria* соответствует *A. tshernieviana*; *C. setosum* соответствует *C. vulgare*, или отнесены к другим родам, например, *Hypochaeris maculata* относится к роду *Achyrophorus* и трактуется как *A. maculatus*.

Таким образом, приведенный материал показывает, что такая работа необходима, так как она упорядочивает имеющийся многолетний материал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конспект флоры юго-востока Украины. Сосудистые растения / Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Остапко В.М. – К.: Наук. думка, 1985. – 272 с.
2. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
3. Растения России. Определитель / под ред. Пескова И.М. – М.: САКР-Д, 2015 – 484 с.

4. Тарасов В.В. Об экологической паспортизации трав лесных культурбиоценозов (в пределах Днепропетровской области) // Биogeоценологические особенности лесов Присамарья и их охрана. - Д-: ДГУ, 1981. – С. 122 – 139.
5. Takhtajan A. Flowering Plants. Second Edition. – Springer-Verlag, 2009. – P.XZV+872.
6. Флора СССР: В 30-ти. томах – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – Т. 26. – С. 425-631.
7. Флора центральной Сибири: В 2-х томах – Новосибирск: Наука, 1979. – Т. 2. – С. 841-959.
8. Флора европейской части СССР: В 8-ми Томах – Л.: Наука, 1994. – Т. 7. – С.127-158.
9. Павлов В.Н., Барсукова А.В. Гербарий. Руководство по сбору, обработке и хранению коллекций растений. – М.: Издательство Московского университета, 1976. – 128 с.

TAXONOMIC ANALYSIS OF THE FAMILY ASTERACEAE IN THE HERBARIUM COLLECTION OF THE CHAIR OF BOTANY AND ECOLOGY

Annotation. This paper presents an taxonomic analysis of the Asteraceae family of the herbarium collection of the chair of botany and ecology, which is updated annually.

Keywords: herbarium, processing, collection, determinant.

Vityaz E. M.

Scientific adviser: Demyanenko T.V.

Donetsk National University

E-mail: elizavetavityaz@gmail.com

УДК 612.821.8 – 055.24

АДАПТАЦИЯ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА К ЗВУКУ ЧАСТОТОЙ 500 Гц и 1000 Гц У ЖЕНЩИН С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕМПЕРАМЕНТА

Волкова Т.К., Якубовская О.А.

Научный руководитель: Кочура Д.А.. к.б.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Аннотация. В работе рассматриваются индивидуальные особенности адаптации слухового анализатора к звукам различной частоты у женщин 19-22 лет с различными темпераментальными характеристиками. Показано, что для женщин с высоким уровнем тревожности и нейротизма, экстраверсии и психомоторной активности характерна повышенная чувствительность и сниженная выносливость слуховой сенсорной системы. Для женщин с высоким уровнем агрессивности характерна высокая чувствительность слухового анализатора к околопороговым стимулам и высокая устойчивость к стимулам вблизи терминального порога.

Ключевые слова: адаптация, слух, анализатор, темперамент.

Вступление. Исключительная функция слухового анализатора у человека связана с членораздельной речью, поскольку слуховое мировосприятие является её основой [1–3]. Любые нарушения слуха в этап формирования речи ведут к приостановке в формировании сознания или к глухонемоте [4–7], хотя весь речевой аппарат у ребёнка не имеет физических и анатомических отклонений [8–10]. У взрослых людей, владеющих речью, нарушение слуховой функции является фактором, влияющим на расстройства речи, хотя стремительно затрудняет способность общения между людьми в их трудовой и общественной деятельности [11, 12]. В разных условиях окружающей среды под влиянием многих факторов чувствительность слухового анализатора может изменяться. Исходя из этого, важно исследовать физиологию и механизмы

функционирования слухового анализатора как средства восприятия и передачи речи в соответствующий отдел мозга для дальнейшей обработки и синтеза новых коммуникативных единиц [1–3].

Цель данной работы – оценить индивидуальные особенности адаптации к громкому звуку частотой 500 и 1000 Гц. *Задача исследования:* изучить особенности восприятия звука частотой 500 и 1000 Гц у женщин с различными свойствами темперамента.

Материал и методика. Для достижения цели исследований у 68 женщин 19-22 лет в состоянии спокойного бодрствования определяли показатели сенсорной чувствительности, нейродинамические характеристики и темпераментальные свойства личности. Абсолютные и терминальные пороги слуховой чувствительности определяли моноурально при частоте звука 500 и 1000 Гц с помощью аудиометра АП – 02. Использовали метод минимальных изменений в диапазоне от 0 до 40 дБ для определения абсолютного порога и от 0 до 120 дБ – для терминального [13, 14].

Скорость сенсомоторных реакций регистрировали на хронорефлексомере "Центр". Регистрировали время акустико-моторной реакции на звук в 1000 Гц, уровень звука составлял 40 дБ (ЛП АМР40), зрительно-моторной реакции на красный свет (ЛП ЗМР) и время реакции различения одного из двух (красный и зеленый) раздражителей (ЛП ЗМР1-2). О силе нервных процессов судили по соотношению латентных периодов простой акустико-моторной реакции на звук частотой 1000 Гц пороговой интенсивности и интенсивностью в 40 дБ (ЛП АМРпор / ЛП АМР40). Длительность стимулов составляла 1000 мс, интервалы между стимулами – 3000, 4000 и 5000 мс. О выносливости нервной системы судили по величине снижения максимального теппинга в течение 90 секунд [15]. Подвижность процессов возбуждения и торможения оценивали с помощью кинематометрической методики [16] на амплитудах 200 и 700. Учитывали соотношение между интенсивностью торможения и возбуждения, развивающегося до и после противоположного процесса. Уравновешенность нервных процессов определяли по "внешнему балансу" с использованием кинематометра Жуковского [15] и по РДО с использованием рефлексометра "Центр". Время каждой из 15 проб при регистрации РДО составляло 2 с, положение маркера – в центре поля.

Общемозговую лабильность (КЧСМ) изучали посредством определения критической частоты слияния (КЧССМ) и различения (КЧРСМ) световых мельканий красного цвета методом минимальных изменений (непрерывный ряд стимулов) с диапазоном регулировки от 25 до 60 Гц. Использовали светодиод АЛ-114 красного цвета и генератор сигналов специальной формы Г6-26. Уровень фоновой активированности ЦНС измеряли с помощью графической регистрации оптимального 10-секундного теппинга; способность к генерации возбуждения – по максимальному 10-секундному теппингу и разнице (Δ) максимального и оптимального теппинга. Точность оценки временных интервалов определяли с помощью хронорефлексометра по абсолютной и относительной ошибке отмеривания и отмеривания эталонного интервала времени (5", 15" и 30") [15].

Уровень генетической тревожности измеряли с помощью опросника Спилберга, уровень экстра-интровертированности и нейротизма – по Айзенку. Индексы общей эмоциональности, общей психической активности и трех ее компонентов – психомоторного, интеллектуального и коммуникативного, – определяли по методике В.М. Русалова. Уровень агрессивности определяли по опроснику Басса-Дарки [17].

Результаты исследований и их обсуждение. С целью определения индивидуальных особенностей слуховой чувствительности у лиц с различными темпераментальными характеристиками из общей выборки обследуемых женщин были

выделены группы с высокой и низкой агрессивностью, тревожностью, психомоторной активностью, нейротизмом и экстравертированностью. Общее число значимых связей у тревожных женщин и невротиков практически в два раза превышает их количество у антиподов. В частности, тревожность и нейротизм у этих групп положительно коррелируют с абсолютными слуховыми порогами ($0,52 \leq r \leq 0,57$) Зависимости в группах нетревожных и эмоционально стабильных женщин носят преимущественно положительный характер, выражены менее значимо ($0,31 \leq r \leq 0,43$) либо вообще отсутствуют. Для абсолютного слухового порога на частоту звука 500 Гц эти связи варьируют на уровне $r = -0,37$.

Эти зависимости согласуются со значениями показателей чувствительности сенсорных систем у полярных по тревожности и нейротизму групп женщин (табл. 1). Так, у высокотревожных женщин ниже абсолютные и терминальные слуховые пороги, время переносимости звука на уровне терминальных порогов. В основном ту же направленность имеют и отличия в особенностях восприятия у невротиков по сравнению с эмоционально стабильными женщинами (табл. 1). В частности, слуховая чувствительность невротиков характеризуется пониженными абсолютными и терминальными порогами. У них ниже время переносимости звука на уровне терминальных порогов.

Определение корреляционных отношений между показателями чувствительности слухового анализатора и такой чертой характера, как агрессивность, показало, что эта личностная характеристика отрицательно связана с абсолютными слуховыми порогами на частоту звука 1000 Гц ($r = -0,42$) и временем переносимости звука на уровне терминального порога ($r = -0,43$). Зависимости несколько иного плана и уровня характерны для группы неагрессивных женщин. Положительные связи высокого уровня установлены для показателя агрессивности с терминальным слуховым порогом на частоту звука 500 Гц ($r = 0,79$). Отрицательные зависимости низкого уровня характерны для времени переносимости звука частотой 1000 Гц на уровне терминальных порогов ($r = -0,47$).

Сопоставление сенсорных показателей у агрессивных и неагрессивных женщин показало, что у первых существенно ниже абсолютные пороги чувствительности на частоту звука 500 и 1000 Гц, тогда как терминальные пороги и время переносимости звука на уровне этих порогов имеют большие значения (табл. 1).

Следовательно, для тревожных женщин характерна повышенная чувствительность слуховой сенсорной системы. У них ниже абсолютные и терминальные пороги слуховой чувствительности на звук частотой 500 и 1000 Гц. По времени переносимости экстремального воздействия звука они уступают нетревожным. Идентичные закономерности установлены и при сравнении невротиков и эмоционально стабильных женщин. Для агрессивных женщин характерны низкие абсолютные слуховые пороги.

Корреляционный анализ результатов, полученных для групп интро- и экстравертов, позволил установить спектр показателей чувствительности сенсорных систем, связанных в большей или меньшей степени с экстравертированностью личности. Средний уровень этих корреляций в обеих группах практически одинаков. Отрицательные корреляции ($-0,40 \leq r \leq -0,61$) у интровертов характерны для порогов слуховой чувствительности. У экстравертированных женщин уровень этого показателя связан с абсолютными и терминальными порогами слуховой чувствительности положительно ($0,51 \leq r \leq 0,75$).

Таблица 1 – Показатели слуховой чувствительности у женщин с высоким и низким уровнем тревожности, нейротизма и агрессивности*

Показатели чувствительности		Значения показателей у разных групп ($\bar{x} \pm m$)	
		Высокий уровень	Низкий уровень
Тревожность			
Абсолютный слуховой порог, дБ	500 Гц	13,7 ± 0,73	16,3 ± 0,59
	1000 Гц	10,6 ± 0,55	12,5 ± 0,74
Терминальный слуховой порог, дБ	500 Гц	72,6 ± 1,06	79,4 ± 1,09
	1000 Гц	74,2 ± 1,15	82,7 ± 1,10
Время переносимости звука на уровне терминального порога, с	500 Гц	36,8 ± 1,09	45,7 ± 1,59
	1000 Гц	37,0 ± 1,96	44,4 ± 1,87
Нейротизм			
Абсолютный слуховой порог, дБ	500 Гц	15,2 ± 0,67	18,8 ± 0,75
	1000 Гц	10,9 ± 0,88	15,3 ± 0,74
Терминальный слуховой порог, дБ	500 Гц	64,3 ± 1,71	76,7 ± 1,38
	1000 Гц	60,0 ± 1,67	72,2 ± 1,44
Время переносимости звука на уровне терминального порога, с	500 Гц	34,1 ± 1,16	39,8 ± 1,34
	1000 Гц	30,0 ± 1,71	37,9 ± 1,10
Агрессивность			
Абсолютный слуховой порог, дБ	500 Гц	12,0 ± 0,91	16,3 ± 0,87
	1000 Гц	9,4 ± 0,85	14,1 ± 0,96
Терминальный слуховой порог, дБ	500 Гц	84,4 ± 1,02	76,4 ± 2,01
	1000 Гц	75,6 ± 1,05	70,0 ± 1,23
Время переносимости звука на уровне терминального порога, с	500 Гц	46,4 ± 2,08	34,2 ± 2,89
	1000 Гц	38,0 ± 1,60	26,0 ± 1,10

* – здесь и далее достоверность различий между показателями на уровне $p \leq 0,05$

Неоднозначность установленных связей между экстравертированностью и слуховой чувствительностью выражается и в абсолютных значениях слуховых порогов (табл. 2). Так, экстравертированные женщины, в отличие от интровертов, характеризуются пониженными порогами абсолютной слуховой чувствительности, уровнями терминальных порогов и временем переносимости экстремального воздействия звука частотой 500 Гц.

Изучение особенностей восприятия стимулов различной модальности женщинами с низкими и высокими уровнями психомоторной активности позволило установить определенные закономерности как относительно высоты порогов ощущений, так и относительно связей этих порогов с уровнями изучаемого психического свойства. Для активных женщин эти связи варьируют на уровне $0,30 \leq r \leq 0,60$, у неактивных – $0,40 \leq r \leq 0,70$.

Различия в уровне положительных и отрицательных связей находят свое количественное выражение и в абсолютных значениях показателей сенсорной чувствительности у изучаемых групп. Для активных женщин характерны пониженные абсолютные и терминальные слуховые пороги, а также время переносимости звука на уровне этих порогов (табл. 2).

Таким образом, для экстравертов по сравнению с интровертами характерны повышенная абсолютная чувствительность слухового анализатора. У женщин с высоким

уровнем психомоторной активности абсолютные и терминальные показатели слуховой чувствительности ниже.

Таблица 2 – Показатели сенсорной чувствительности у экстравертов и интровертов

Показатели чувствительности		Значения показателей у разных групп ($\bar{x} \pm m$)	
		Высокий уровень	Низкий уровень
Экстраверсия			
Абсолютный слуховой порог, дБ	500 Гц	13,6 ± 0,64	15,8 ± 0,49
	1000 Гц	10,0 ± 0,45	13,0 ± 0,36
Терминальный слуховой порог, дБ	500 Гц	74,9 ± 3,03	87,5 ± 1,32
	1000 Гц	76,6 ± 2,28	89,6 ± 2,96
Время переносимости экстремального звука (500 Гц), дБ		30,7 ± 3,01	51,8 ± 4,50
Психомоторная активность			
Абсолютный слуховой порог, дБ	500 Гц	12,9 ± 0,88	17,9 ± 1,11
	1000 Гц	10,2 ± 1,04	14,5 ± 0,77
Терминальный слуховой порог, дБ	500 Гц	73,1 ± 2,36	83,1 ± 1,93
	1000 Гц	72,4 ± 3,75	87,3 ± 2,62
Время переносимости звука на уровне терминального порога, с	500 Гц	35,4 ± 1,83	45,8 ± 1,79
	1000 Гц	32,7 ± 1,06	42,0 ± 1,44

Сравнительный анализ показателей чувствительности сенсорных систем у полярных групп позволяет сделать определенные обобщения. Женщины с высокими уровнями тревожности, нейротизма, агрессивности, экстраверсии и психомоторной активности преимущественно характеризуются повышенной абсолютной слуховой чувствительностью. Исходя из концепции многоуровневой организации личности [18, 19] можно предполагать, что различия в сенсорной чувствительности у изученных групп связаны с особенностями вегетативной регуляции.

Выводы. Для тревожных женщин характерна повышенная чувствительность слуховой сенсорной системы. У них ниже абсолютные и терминальные пороги слуховой чувствительности на звук частотой 500 и 1000 Гц. По времени переносимости экстремального воздействия звука они уступают нетревожным. Идентичные закономерности установлены и при сравнении невротиков и эмоционально стабильных женщин. Для агрессивных женщин характерны низкие абсолютные слуховые пороги. Для экстравертов по сравнению с интровертами характерны повышенная абсолютная чувствительность слухового анализатора. У женщин с высоким уровнем психомоторной активности абсолютные и терминальные показатели слуховой чувствительности ниже.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтман Я.А., Вартамян И.А., Андреева И.Г., Вайтулевич С.Ф., Малинина Е.С. Тенденция развития физиологии слуха // Успехи физиологических наук. – 2005. – Т.36. – № 1. – С.3-23.
2. Асланян Е.В. Влияние индивидуально-типологических особенностей на динамику функционального состояния человека в условиях монотонной деятельности: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Ростов н/Д, 2002. – 26 с.
3. Аракельян А.А., Аракельян Е.А. Развитие музыкального слуха техническими средствами // Южно-Российский музыкальный альманах. – 2012. – №2. – С.40-48.
4. Ноздрачев А.Д., Блаженков Ю.И. Начала физиологии. – СПб: Лань, 2004. – 764с.
5. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. – М.: Мир, 1996. – С.197-206.
6. Сапин М.Р., Брыксина З.Г., Чава С.В. Анатомия и физиология детей и подростков. – М.: Академия, 2012. – 376с.

7. Федюкович И.Н. Анатомия и физиология. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2000. – 416с.
8. Вартамян Я. А. Звук-Слух-Мозг. – Л.: Наука, 1981. – 176 с.
9. Шульговский В.В. Основы нейрофизиологии. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 277 с.
10. Антонова В.А. Возрастная анатомия и физиология. – М.: Высшее образование. – 2006.– 192с.
11. Швецов А.Г. Анатомия, физиология и патология органов слуха, зрения и речи. – Великий Новгород, 2006. – 587с.
12. Шипицына Л.М., Вартамян И.А. Анатомия, физиология и патология органов слуха, речи и зрения. – Москва, Академия, 2008. – 471с.
13. Бардин К.В. Пороговая проблема в классической и современной психофизике // Проблемы психофизики. – М.: Наука, 1974. – С.18-34.
14. Говорун М.И. Дифференциальная диагностика слуховой системы. – СПб.: ВМедА, 2003. – 54 с.
15. Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. – 464с.
16. Нейман Л.В., Богомильский М.Р. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи. – Мн.: Полифакт-Альфа, 1998. – 400с.
17. Генералова А.В., Гроголева О.Ю. Психологический практикум. Ощущение. Восприятие. Представление. – Омск: Омский гос. ун-т, 2004. – 68с.
18. Козлов С.Б., Правдивцев В.А., Ясенев В.В. и др. Основы системных механизмов высшей нервной деятельности. – Смоленск, 1997. – 364 с.
19. Небылицын В.Д. Кортико-ретикулярные отношения и их место в структуре нервной системы // Вопр. психологии. – 1964. – №1. – С.3-9.

ADAPTATION OF THE HEARING ANALYZER TO SOUND WITH A FREQUENCY OF 500 Hz and 1000 Hz IN WOMEN, TAKING INTO ACCOUNT THE FEATURES OF TEMPERAMENT

Annotation. The paper examines the individual characteristics of the adaptation of the auditory analyzer to sounds of different frequencies in women aged 19-22 with different temperamental characteristics. / It has been shown that women with a high level of anxiety and neuroticism, extraversion and psychomotor activity are characterized by increased sensitivity and reduced endurance of the auditory sensory system. Women with a high level of aggressiveness are characterized by high sensitivity of the auditory analyzer to near-threshold stimuli and high resistance to stimuli near the terminal threshold.

Keywords: adaptation, hearing, analyzer, temperament.

Volkova T.K., Yakubovskaya O.A.

Scientific adviser: Kochura D A., C.B.S.D., associate professor

Donetsk National University

E-mail: 380506471758@yandex.ua

E-mail: moy.mail.mo@gmail.com

УДК 577.3

ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ: ОЦЕНКА ВИБРАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ГОРОДА ДОНЕЦКА

Выликов Е.А.

**Научный руководитель: Корниенко В.О., ст. преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация: В работе описана оценка вибрационно-акустического шума в городе Донецке, по улице Шахтеров Донбасса, а также проведена оценка аудиограмм жильцов прилегающих домов.

Ключевые слова: шум, вибрация, автомагистрали, аудиометрия, спектральные характеристики слуха человека.

Введение. Существует своеобразный и очень опасный для здоровья человека вид загрязнения среды обитания – шумовое загрязнение. Сильный продолжительный и особенно постоянный шум – скрытый и опасный враг человека и многих живых существ.

По данным австрийских исследователей, «шумовое загрязнение», характерное сейчас для больших городов, сокращает продолжительность жизни их жителей на 10-12 лет. Для сравнения, та же статистика утверждает, что курение табака сокращает жизнь человека в среднем на 6-8 лет. Отсюда легко сделать вывод, что негативное влияние на человека от шума мегаполиса на 36% более значимо, чем от курения табака.

Значительный и продолжительный шум приводит к снижению производительности труда, преждевременному расстройству и нарушению работы слухового аппарата, сердечно-сосудистым заболеваниям (гипертонии, аритмии), поражению нервной системы, язвенной болезни и другим расстройствам.

Наиболее распространённые симптомы шумового влияния — раздражительность, усталость, рассеянность и как следствие — невроз. Основными источниками шумового загрязнения являются автомобильный и железнодорожный транспорт, самолеты, крупные промышленные предприятия, а также ведение строительных работ.

Воздействие шума на человека определяется уровнем (интенсивностью) и высотой звуков, составляющих шум, а также продолжительностью его воздействия.

Интенсивность акустических колебаний звука измеряется по логарифмической шкале в децибелах (дБА) и отражает величину давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку человеческого уха.

Шумовое загрязнение в городах практически всегда имеет локальный характер и преимущественно вызывается средствами транспорта – городского, железнодорожного и авиационного. Главным же виновником шума, естественно, является транспорт, на долю которого приходится 70-90% всего шумового загрязнения.

По санитарным нормам (СНиП 23-03-2003 «Защита от шума») полностью безопасным уровнем громкости для человеческого уха считают 55 дБ. Продолжительное воздействие более сильного шума может вызвать раздражение, повышение артериального давления, агрессию, усталость или бессонницу. Долгое воздействие громких звуков приводит к нарушениям слуха вплоть до глухоты. Воздействие громких звуков в ночное время воспринимается организмом тяжелее, чем днём, так как сбиваются ритмы сна.

Проблема шумового загрязнения недостаточно изучена, так как её опасность менее очевидна, чем угроза мусорного загрязнения или глобального потепления. Одним из методов контроля и снижения шума является разработка и соблюдение санитарных норм.

Цель работы: освоение методик исследования вибрационно-акустического загрязнения территорий и изучения спектральных характеристик слуха человека.

Материалы и методы

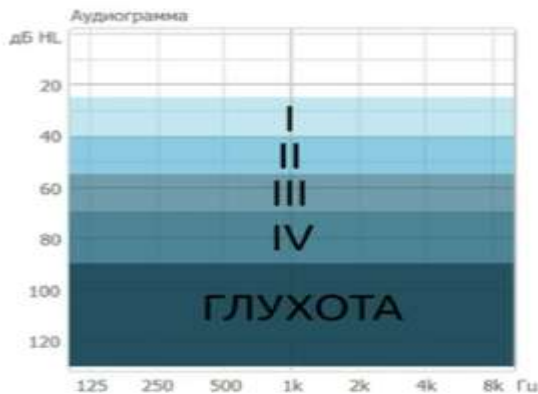
Интенсивность движения автотранспорта вдоль исследуемых участков по улице Шахтеров Донбасса оценивалась по количеству единиц автотранспорта определенного типа, проезжающих мимо точки измерения за единицу времени (по ГОСТ 20444-85 [1]).

Места проведения измерения вибрационно-акустического шума выбирали на участках улицы с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта. Измерения проводили при условии, что поверхность проезжей части улиц и автомобильных дорог должна быть чистой и

сухой. Время проведения измерения устанавливали в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков [2].

Измерения вибрационно-акустического шума проводили с помощью шумометра Venetech GM1351.

Для оценки спектральных характеристик слуха человека использовали прибор аудиометр. Процедура, при которой проводили исследование слухового аппарата человека, называется аудиометрией. Она позволяет определить характер, степень и локализацию нарушения (рис. 1).



Для оценки степени тугоухости используется средний порог слуха по воздуху на частотах: 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

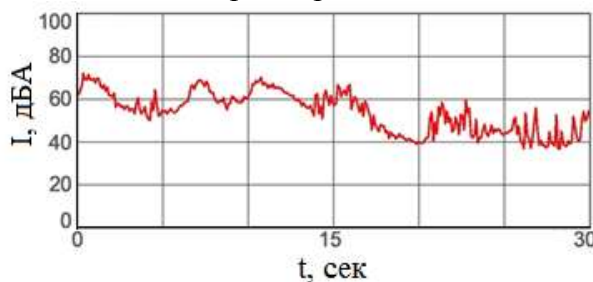
- I – от 26 до 40 дБ
- II – от 41 до 55 дБ
- III – от 56 до 70 дБ
- IV – от 71 до 90 дБ
- Глухота >90 дБ

Рисунок 1 – Оценка степени тугоухости человека

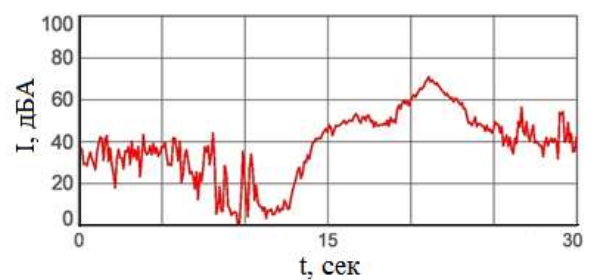
Для статистической обработки данных использовали программы «Statistica 8» (StatSoftInc.) и «Excel 2010» (Microsoft Corporation). Достоверность отличий средних значений полученных данных определяли с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждения. В ходе проведенных исследований, был определен вибрационно-акустический шум на участках по улице Шахтеров Донбасса (рис. 2).

На участке «А» (вблизи автомагистрали) выявлено максимальное значение шумового загрязнения, которое составляло 73 ± 2 дБА. На участке «Б» – 4 м от автополотна, максимальное звуковое давление составило $70, 9 \pm 2$ дБА. На участке «В» вблизи жилого дома, максимальное значение звукового давления от проезжающего автотранспорта составляло 65 ± 3 дБА. Внутри жилого дома, даже максимальные значения звукового давления находились в пределах ПДУ и составляли: при открытых окнах 56 ± 1 дБА, при закрытых 40 ± 2 дБА.



А



Б

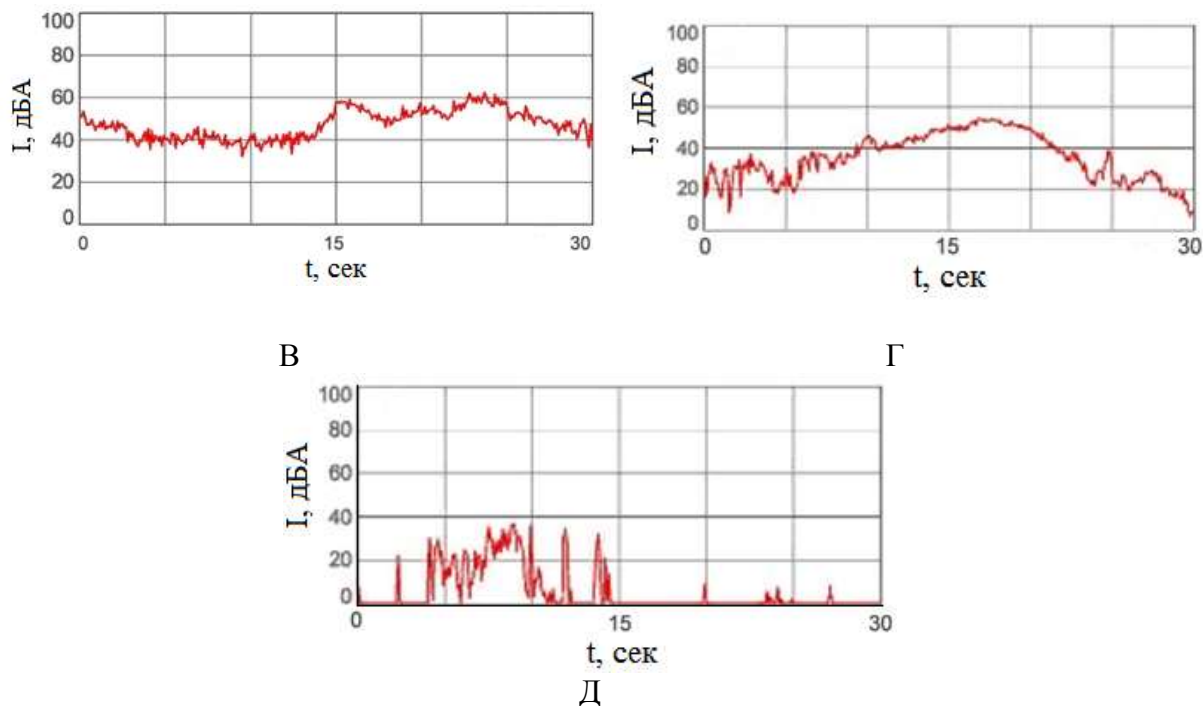


Рисунок 2 – Временная зависимость звукового давления по улице Шахтеров Донбасса
 Примечания: А – измерения проводили вдоль автомагистрали (бордюр); Б – 4 м от автополотна (забор); В – 8 м от автополотна (жилое здание); Г – внутри дома (при открытом окне); Д – внутри дома (при закрытом окне)

При этом оценка интенсивности движения показала, что автодорога не нагружена автотранспортом. Общее количество транспорта проезжающего за 1 час в будние дни составляло 50 ± 11 ед. Антропогенное влияние низкое. Преобладающим видом автотранспорта были легковые автомобили отечественного и иностранного производства. Грузового автотранспорта было менее 1 ед. в час.

Оценка спектральных характеристик слуха жильцов, проживающих вблизи этой автомагистрали показала, что в среднем (речевом) диапазоне частот (500–4000 Гц) проявляется норма слуха. В среднем значения интенсивности не превышают 25 дБ. На низких частотах (ниже 500 Гц), при 125 Гц на правом ухе зарегистрировали небольшое отклонение в 5 дБ. На высоком диапазоне частот (свыше 4000 Гц) при 8000 Гц, наблюдали небольшое отклонение и на левом и на правом ухе (I степень тугоухости (рис. 3)).

Выводы

В результате проведенных исследований оценили интенсивность движения автотранспорта и вибрационно-акустическое загрязнение улицы Шахтеров Донбасса. Значения звукового давления находятся в пределах ПДУ.

С помощью метода аудиометрии, оценили воздушную проводимость (звук, который достигает внутреннего уха обычным путём — через наружное и среднее ухо) слухового аппарата жильцов, проживающих вблизи автомагистрали. При 8000 Гц, наблюдали небольшое отклонение слуха от нормы (I степень тугоухости).

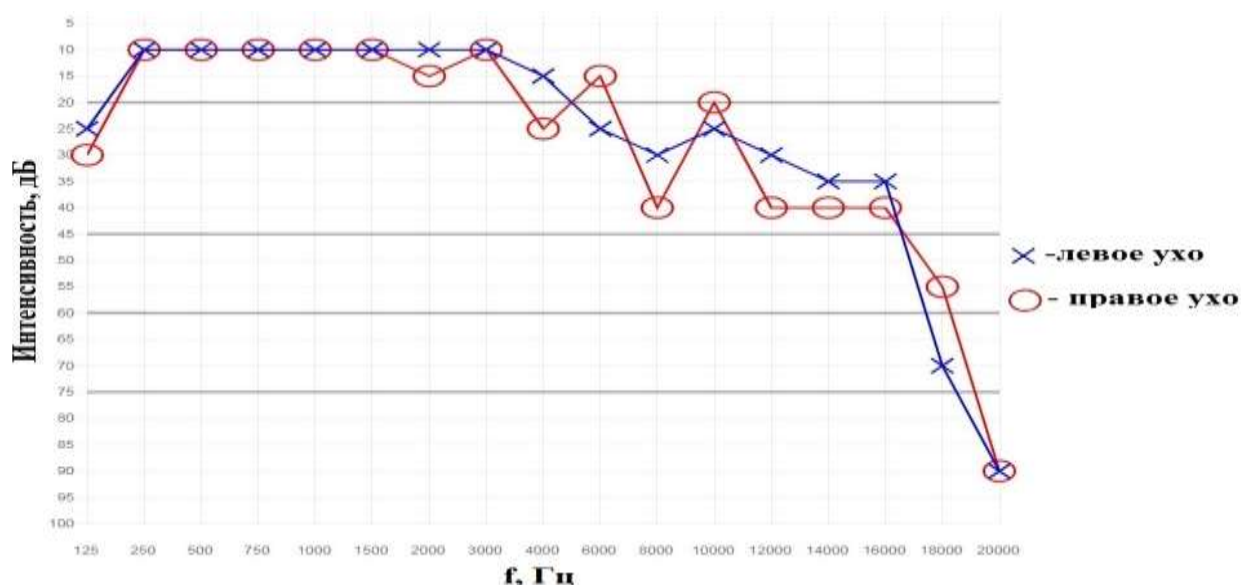


Рисунок 3 – Пример аудиограммы обследованного жильца

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. – М: Издательство стандартов, 1985. – 20 с.
2. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. // М.: Минздрав России, 1996. – 12 с.

FIRST STEPS IN SCIENCE: ASSESSMENT OF VIBRATION AND ACOUSTIC NOISE ALONG THE HIGHWAYS OF THE CITY OF DONETSK

Annotation: The paper describes the assessment of vibration and acoustic noise in the city of Donetsk, along the street of Miners of Donbass, as well as the assessment of audiograms of residents of adjacent houses.

Keywords: noise, vibration, highways, audiometry, spectral characteristics of human hearing.

Vylyvok E. A.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: alena.viliwok@yandex.ru

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ Fe_3O_4 НА ОНТОГЕНЕЗ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (ZEA MAYS L.)

Гелюх Т.М.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: В данной работе исследовали сочетанное влияние наночастиц Fe_3O_4 с концентраций 0,1; 0,15; 0,2; 0,3 и вибрации 10 Гц, на ростовые процессы и онтогенез *Zea mays L.* Установили, что под влиянием

вибрации (10 Гц) в группе с концентрацией 0,3 г/л увеличивается длина корней на 13,8 %, а диаметр корня уменьшился на 2,4%, длина стебля уменьшилась на 5,6 %, так же и его диаметр на 5,6 %.

Ключевые слова: кукуруза сахарная, вибрация, онтогенез, наночастицы железа.

Введение. Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван их необычными физическими, химическими свойствами, особенностями биологического действия, которые часто радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. Ранее, были выполнены исследования по изучению реакции кукурузы сахарной (ростовые процессы и онтогенез), как на воздействие наночастиц железа [9], так и вибрации отдельно [12].

Небольшой размер наночастиц (НЧ) позволяет им проходить через биологические мембраны, накапливаться во внутренней среде, возможно, встраиваться в ДНК или белки и, тем самым, изменять их функции [14]

Большая удельная поверхность НМ повышает химический потенциал на межфазных границах и приводит к аномальному увеличению растворимости и реакционной способности.

Благодаря высокой удельной поверхности НМ могут адсорбировать значительное количество контаминантов и транспортировать их внутрь клетки [7]. Перечисленные отличительные от микровеществ свойства НМ могут приводить к проявлению различных эффектов на живые системы, в частности на растения.

Так же известен тот факт, что сегодня сами растения могут использовать для «зеленого» синтеза наночастиц (НЧ) в качестве альтернативы физико – химическим методам.

Цель: изучить влияние наночастиц Fe_3O_4 на морфометрические и онтогенетические изменения кукурузы сахарной (*Zea mays* L.).

Задачи:

- исследовать влияние наночастиц Fe_3O_4 с концентраций 0,1; 0,15; 0,2; 0,3 на ростовые процессы и онтогенез *Zea mays* L.;
- исследовать влияние совместного действия вибрации частотой 10 Гц и наночастиц Fe_3O_4 на ростовые процессы и онтогенез *Zea mays* L.

Материалы и методы. Опыты проводились на кафедре биофизики. Для исследования используются семена кукурузы. Семена замачивались в суспензии НЧ Fe_3O_4 , диспергировали в воде с помощью ультразвукового диспергатора. Исходную суспензию разводили до нужной концентрации. Аликвоты перед использованием диспергировали повторно.

После инкубации семян суспензию НЧ Fe_3O_4 сливали и определялась степень набухания семян по изменению массы семян. После чего семена помещаются в чашки Петри по 10 семян на чашку, при этом на дно чашки Петри была помещена влажная фильтровальная бумага, на которую они были выложены. Семена проращивали при температуре 20°C. Энергию прорастания, и всхожесть семян определяли в сроки, указанные в ГОСТ 12038-84: на 4-ые сутки (энергия прорастания) и 7-ые сутки (всхожесть) [13]

В 1 мл раствора содержалось 10 мг наночастиц железа. Они имели магнитную восприимчивость $2,4 \times 10^{-4}$ ($кг^{-1}$). Затем наночастицы железа были разведены до определённой концентрации.

Образцы кукурузы сахарной (зерновки) делились на 9 групп по 50 шт. в каждой. I группа – это контрольные образцы, которые произрастали в тех же условиях, что и опытные, но в отсутствии вибрационной нагрузки и полива. Группы II-IX являются выборками, которые подвергались воздействию вибрации в диапазоне 10 Гц.

Такой диапазон выбран в связи с преобладанием низкочастотной вибрации в техногенно загруженном регионе г. Донецка (автотранспорт, ж/д транспорт, промышленные предприятия) [1-6].

Четыре группы с концентрацией 0,1 г/л, 0,2 г/л, 0,3г/л, 0,15г/л были подвержены вибрации в 10 Гц в течение 4 часов каждая. До начала и после вибрации измерена рН среда раствора.

Образцы кукурузы (зерновки) были помещены в ростовую камеру и проращивались при одинаковой освещённости, температуре, поливе. Для предотвращения комбинированного действия химических веществ и вибрации, полив всех образцов кукурузы сахарной (зерновок) осуществлялся только дистиллированной водой 1 раз в сутки.

Закладка образцов (зерновок) и действие фактора происходило одновременно, т. е. воздействие техногенной вибрации моделировали с ранних стадий онтогенеза *Zea mays* L., исключая возможность набухания семени и дальнейшего его прорастания без воздействия механического стимула. Контрольные образцы были удалены от виброустановки. Каждая серия в эксперименте и контроле имела выборку 50 шт.

Проращивание осуществлялось в течение 7 дней. На четвёртый день была проведена оценка энергии прорастания, на 7 – й день - норма прорастания.

После проведения экспериментальной части были произведены измерения длины, диаметра стебля и корней опытных и контрольной групп штангенциркулем ШЦ-1 0-125 (0,05).

Результаты и обсуждения. Энергия прорастания семян кукурузы возрастает после обработки семян НЧ Fe_3O_4 , по сравнению с контролем (рис. 1).

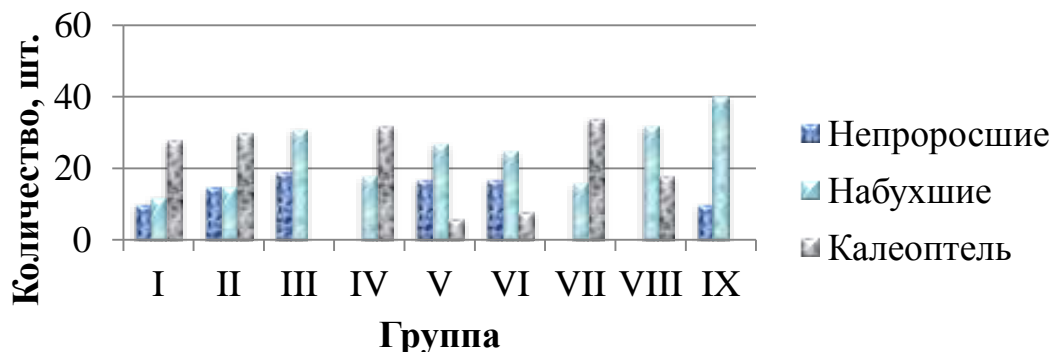


Рисунок 1 – Онтогенетические изменения образцов *Zea mays* L. на 3-и сутки

Обозначения. I – контрольная группа (50 шт.); II – 0,1 г/л (50 шт.); III - 0, 2 г/л (50 шт.); IV – 0,3 г/л (50 шт.); V– 0,15г/л (50 шт.); VI - 0,15г/л + 10 Гц (50 шт.); VII – 0,3г/л + 10 Гц(50 шт.); VIII – 0, 2 г/л + 10 Гц(50 шт.);IX – 0,1г/л + 10 Гц(50 шт.).

Однако после проведенного эксперимента эффективность воздействия НЧ произошло не у всех групп. Обработанные семена кукурузы дали не все хорошую всхожесть, а некоторые совсем не дали ростков.

Из полученных данных на 3-и сутки видно, что лучше всего проросли семена в группе IV (0,3 г/л) и группе VII (0,3г/л + 10 Гц). Семена находились в одной концентрации частиц железа, только VII группа подвергалась вибрации в 10 Гц и количество проросших больше чем в группе без влияния вибраций. Количество проросших образцов больше чем в контрольной группе, из этого можно сделать вывод, что данная концентрация повлияла на прорастание кукурузы положительно. На основе

этих данных построена гистограмма 1 онтогенетического изменения образцов *Zea mays* L..

На седьмой день были сняты показатели нормы прорастания. Все данные изображены на рисунке 2.

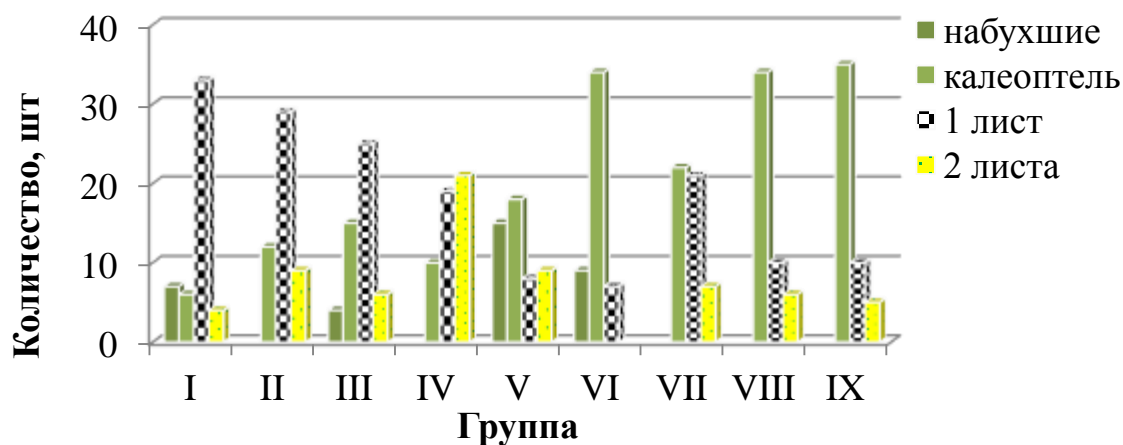


Рисунок 2 - Онтогенетические изменения образцов *Zea mays* L. на 7-е сутки

Обозначения. I – контрольная группа (50 шт.); II – 0,1 г/л (50 шт.); III – 0, 2 г/л (50 шт.); IV – 0,3 г/л (50 шт.); V – 0,15г/л (50 шт.); VI – 0,15г/л + 10 Гц (50 шт.); VII – 0,3г/л + 10 Гц(50 шт.); VIII – 0, 2 г/л + 10 Гц(50 шт.);IX – 0,1г/л + 10 Гц(50 шт.).

Наибольшее количество семян находящиеся в стадии калеоптеля в IX группе (35 шт.), наименьшее в контрольной группе (6 шт.).Группа у которой преобладают два листа IV (21 шт.), а наименьшее у контрольной группы I. Опытные образцы у которых преобладает один лист – контрольная группа I (33 шт.), наименьшее в VI группе (7 шт.). Можно сделать вывод, что наилучшими показателями обладает IV группа, с концентрацией 0,3 г/л частиц железа (рис. 3).

Как видно на рисунке 3 увеличение длины стебля в отличие от контрольной группы происходит в IV опытной группе, а диаметра так же в IV группе, VII и VIII группах. В отличии от IV группы, VII и VIII группа подвергались вибрации 10 Гц. Значение остальных групп меньше контрольной, а это значит, что они являются ингибиторами.

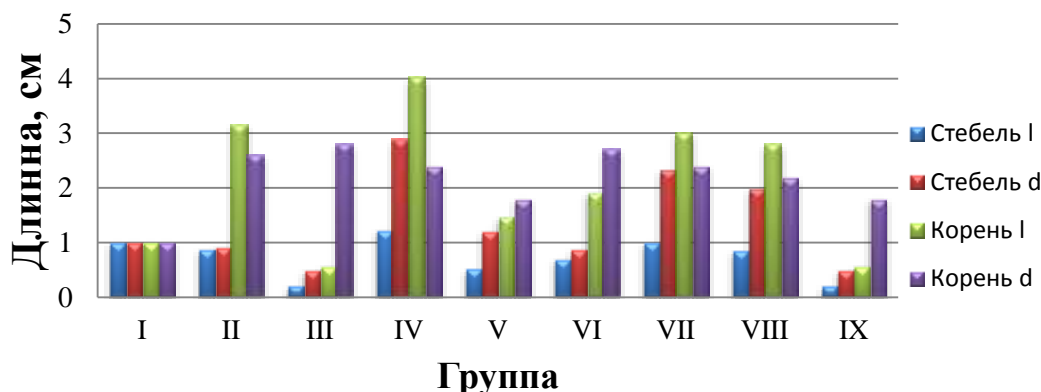


Рисунок 3 - Относительное значение средней длины (*l*, см) и диаметра (*d*, мм) для стеблей и корней исследуемых групп *Zea mays* L.

Обозначения: I – контрольная группа (50 шт.); II – 0,1 г/л (50 шт.); III – 0,2 г/л (50 шт.); IV – 0,3 г/л (50 шт.); V – 0,15 г/л (50 шт.); VI – 0,15 г/л + 10 Гц (50 шт.); VII – 0,3 г/л + 10 Гц (50 шт.); VIII – 0,2 г/л + 10 Гц (50 шт.); IX – 0,1 г/л + 10 Гц (50 шт.).

Длина корня в отличие от контрольной группы возросла во II – 0,1 г/л, IV – 0,3 г/л, V – 0,15 г/л; VI – 0,15 г/л + 10 Гц; VII – 0,3 г/л + 10 Гц; VIII – 0,2 г/л + 10 Гц. Диаметр корня увеличился во всех экспериментальных группах, но наибольшее увеличение произошло в III группе с концентрацией 0,2 г/л.

Выводы. При использовании НЧ железа концентрацией 0,3 г/л повысилась энергия прорастания семян кукурузы сахарной на 36%, всхожесть – на 64%, увеличилась длина проростков на 5%. Стимулирующий эффект проявили концентрации 0,15 г/л (d стебля – 2,9%, l стебля – 2,9%, l корня – 6,8%, d корня – 1,8%), 0,3 г/л (d стебля – 6,9%, l стебля – 6,9%, l корня – 18,5%, d корня – 2,4%), а ингибирующий 0,1 г/л (d стебля – 2,2%, l стебля – 4,9%, l корня – 14,5%, d корня – 1,6%).

Установлено, что под влиянием вибрации (10 Гц) в группе с концентрацией 0,3 г/л увеличивается длина корней на 13,8%, а d корня уменьшился на 2,4%, длина стебля уменьшилась на 5,6%, так же и его диаметр на 5,6%. В экспериментальной группе с концентрацией 0,2 г/л длина корней увеличилась на 12,9%, а диаметр на 2,2%. Достоверно установлено ($p < 0.05$), что высокие показатели прорастания и всхожести кукурузы сахарной наблюдались в группе с концентрацией 0,3 г/л. Таким образом, как рекомендацией может служить возможность использования наночастиц железа с концентрацией 0,3 г/л в качестве стимулятора роста кукурузы сахарной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: / В.Ф.Федоренко [и др.] // Науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2011. – 312 с
2. Райкова А.П., Паничкин Л.А., Райкова Н.Н. Исследование влияния ультрадисперсных порошков металлов, полученных различными способами, на рост и развитие растений. Материалы Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии и информационные технологии – технологии XXI века». 2006, Москва, Россия, С. 108–111.
3. Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П. Сравнительная токсичность солей и наночастиц металлов и особенность их биологического действия. Материалы Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии и информационные технологии – технологии XXI века». 2006, Москва, Россия, С. 93–95.
4. Володина Л.А., Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Зотова Е.С., Глущенко Н.Н. Влияние физико-химических характеристик модифицированных поверхностей наноразмерных частиц меди на ингибирование роста культуры клеток и электростатические свойства поверхности бактерий. Биофизика. 2013, **58**(3), 507–515.
5. Сушила М.М. Влияние предпосевной обработки семян ультрадисперсным и порошкам и металлов на урожайность зеленой массы рапса и содержание в ней биологически активных веществ. Автореф. дис. канд. с.-х. н., М., 2003. 21 с.
6. Моргалёв Ю.Н., Хоч Н.С., Моргалёва Т.Г. и др. Биотестирование наноматериалов: о возможности транслокации наночастиц в пищевые сети. Российские нанотехнологии. 2010, **5** (11–12), 131–135. Сидоренко О.Д., Райкова А.П. Бактеризация семян овощных культур. Мир теплиц. 1997, 45–48.
7. Шайтан, К.В. Основы нано – и биобезопасности: курс лекций / К.В. Шайтан // - НОУДПО «Институт «АйТи». - 2009. - 102 с.
8. Корниенко В. О., Кольченко О.Р., Яицкий А. С. Влияние наночастиц Fe₃O₄ на онтогенез и морфометрические показатели кукурузы сахарной (*Zea mays L.*) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 08/2. – С. 30-36. DOI 10.37882/2223–2966.2020.08–2.09

9. Корниенко В.О. Влияние наночастиц Fe₃O₄ с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3–4. – С. 88–98.
10. Корниенко В.О., Акулышина М.О. Влияние наночастиц Fe₃O₄ (ТМА) на работу Н+–АТФазы корневой системы кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. V Меж. науч. конф. (17-18 ноября 2020 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2020. – Т. 2 – С. 141–143.
11. Корниенко В.О., Антонюк Т.Ю., Трупп В.Н. Влияние наночастиц Fe₃O₄ с различными типами покрытия на ранние стадии развития кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. V Меж. науч. конф. (17-18 ноября 2020 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2020. – Т. 2 – С. 143–145.
12. Корниенко В.О., Тарабарова А.Г. Влияние вибрации частотой 10–50 Гц на ростовые показатели кукурузы сахарной (*Zea mays* L.) / В. О. Корниенко, А.Г. Тарабарова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – Вып. 1–2. – С. 209–216.
13. Зайцев В. И. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СЕМЕНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВСХОЖЕСТИ / В.И. Зайцев и др. // М. – 2016. – 49 с.
14. Шайтан, К.В. Основы нано- и биобезопасности: курс лекций / К.В. Шайтан // НОУДПО «Институт «АйТи». – 2009. – 102 с.

EFFECT OF Fe₃O₄ NANOPARTICLES ON THE ONTOGENESIS OF SUGAR CORN (ZEA MAYS L.)

Annotation: In this work, we investigated the combined effect of Fe₃O₄ nanoparticles with concentrations of 0.1; 0.15; 0.2; 0.3 and vibrations of 10 Hz on the growth processes and ontogenesis of *Zea mays* L. Found that under the influence of vibration (10 Hz) in the group with a concentration of 0.3 g/l increases the long roots of 13.8 %, and the diameter of the root decreased by 2.4 %, stem length decreased by 5.6 %, and the diameter is 5.6 %.

Keywords: sweet corn, vibration, ontogeny, iron nanoparticles.

Gelyuh T.M.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer
Donetsk national university
E-mail: gelyuh2013@yandex.ua

УДК 591.18:615.065/.332:57.084

ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

*Гладырь Н.В., Деменко Е.Г., Сафронов А.И., Селезнева Ю.Г., Урсу Е.Ю.
Научный руководитель: Богданова С.А., ст.препод.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В данном исследовании изучено изменение структуры поведения самцов белых лабораторных крыс в тесте «Открытое поле» под действием доксорубицина и физической нагрузки. Установлено, что токсические эффекты доксорубицина обуславливают угнетение локомоторной и ориентировочно-исследовательской активности подопытных крыс и сопровождаются значительными проявлениями стресса. Физическая нагрузка компенсирует негативное воздействие доксорубицина, но не восстанавливает показатели до исходного уровня.

Ключевые слова: поведение, поведенческая тревожность, плавание, доксорубицин.

Вступление. В связи с учащением встречаемости таких заболеваний как рак, который возникает из-за ухудшения экологической ситуации и изменения образа жизни

человека, актуальным является изучение влияния онкологических препаратов, используемых при химиотерапии. Доксорубин является одним из основных лекарственных препаратов антрациклинового ряда, используемых при лечении онкологических заболеваний у человека и животных [2]. Исследователями было выявлено, что применение этого препарата при раке молочной железы приводит к увеличению выживаемости и продолжительности жизни. Необходимо отметить, что на сегодняшний день доксорубин является одним из приоритетных препаратов в лечении многих опухолевых заболеваний, когда препарат используется либо в качестве основного, либо в комбинации с другими препаратами [7]. Современная противоопухолевая химиотерапия сопровождается самыми многочисленными побочными эффектами, служащие лимитирующим фактором для продолжения лечения [6]. При введении препаратов, влияющих на развитие опухолей, происходит косвенное воздействие и на поведенческие характеристики [1, 3, 4, 8]. Известно, что курсовое введение доксорубина приводит к развитию кардиомиопатии, оксидативного стресса, вследствие интоксикации этим препаратом, что вызывает негативные последствия как на физиологические, так и на поведенческие показатели крыс [3]. Следовательно, необходимо изучить влияние доксорубина не только на раковые клетки, но и на организм в целом, чтобы иметь возможность корректировать негативное воздействие в случае необходимости. По данным многих авторов [1, 2, 3, 10, 11] наиболее тяжелым осложнением доксорубино-терапии является повреждение миокарда, часто с летальным исходом. Были зафиксированы данные о влиянии его на нейроны головного мозга, что может влиять на поведенческие реакции [1, 4, 8]. Так, по данным научных публикаций [5, 9] у экспериментальных крыс, которые получили доксорубин, в первые сутки наблюдается повышенное потребление жидкости, а потребление корма напротив, значительно снижается. Помимо этого, проявлялась гематурия, гиперпигментация слизистых оболочек и кожи, а также алопеция. В то же время, малоизученным является влияние доксорубина на поведение животных.

Результаты исследования ученых Бабец Я.В. и Ушакова Г.А. [1] свидетельствуют о том, что курсовое введение доксорубина приводит к развитию кардиомиопатии. Токсические эффекты данного препарата обуславливают угнетение локомоторной и ориентировочно-исследовательской активности подопытных крыс и сопровождаются значительными проявлениями стресса [1, 4]. В условиях развития экспериментальной доксорубинной кардиомиопатии в структурах мозга крыс происходят значительные изменения распределения нейронных молекул клеточной адгезии (NCAM). Это сопровождается снижением интенсивности локомоторной и ориентировочно-исследовательской активности животных и усилением проявлений стресса. Однако, механизмы антрациклиновой токсичности до конца еще не изучены; есть основания полагать, что в их число входят окислительный стресс, повреждение ДНК, развитие дисфункции митохондрий, индукция апоптоза и др. [1-3, 6, 10].

О негативном влиянии химиотерапевтических агентов на сердечную мышечную ткань свидетельствуют как функциональные (изменения электрокардиограммы и эхокардиографические нарушения), так и лабораторные данные (повышение концентрации кардиоспецифических биомаркеров – тропонинов и натрийуретических пептидов в сыворотке крови) [5]. Для коррекции негативного влияния доксорубина на организм предложено использование физической нагрузки.

Актуальность исследования заключается в востребованности данных, связанных с поиском способов коррекции негативных воздействий противоопухолевых препаратов на физиологические показатели. Результаты исследований могут быть использованы для

дальнейшего изучения воздействия доксорубицина на функциональное и психическое состояние животных.

Цель исследования: изучить влияние физической нагрузки и доксорубицина на поведение нелинейных половозрелых крыс.

В соответствии с целью, были поставлены следующие **задачи**:

1) Используя показатели поведения в тесте «Открытое поле» провести психогенетический анализ популяции самцов белых крыс в контрольных условиях;

2) Изучить влияние физиологической и сверхфизиологической доз доксорубицина на поведенческую активность белых крыс в открытом поле и сравнить полученные данные с контрольными значениями.

3) Сопоставить параметры поведения животных, получаемых физиологическую дозу доксорубицина на фоне воздействия физической нагрузки.

Методика. Эксперимент был выполнен на 18 половозрелых лабораторных крысах-самцах ($n=18$) в возрасте 6 (масса 180 ± 7 г.) месяцев, содержащихся в виварии в стандартных условиях. Популяция животных была разбита на две группы по дозировке антибиотика доксорубицина (Доксорубицин-ТЕВА, Тева Украина). Первая группа крыс ($n=3$) получила однократную дозу (20 мг/кг), а вторая группа животных ($n=15$) была также разделена на подгруппы. 1 подгруппа ($n=5$) была подвергнута влиянию активной физической нагрузки – активное плавание в течение 1 часа ежедневно в течение месяца. 2 подгруппа ($n=5$) получала малые дозы препарата раз в две недели по 4 мг/кг в количестве 4-х инъекций. 3 подгруппа ($n=5$) получила комбинированное воздействие – физические нагрузки как в 1 подгруппе и инъекции доксорубицина как во 2 подгруппе. Животные были в одинаковых условиях проживания и тестирования.

Уровень поведенческой активности определялся с помощью стандартной методики «Открытое поле». Об уровне активности животного судили по суммарному количеству стоек и заглядываний (исследовательская активность), перемещению животного по открытому полю и пресечению квадратов (двигательная активность) [4]. Также фиксировались такие показатели, как количество и продолжительность груминга, количество актов уринации и дефекации.

Поведенческие и пищевые реакции исследовали при определении токсичности доксорубицина. После введения препарата производили наблюдение за животными в течение 30 дней, причем первые 12 часов непрерывно. Фиксировали летальные исходы; у выживших животных оценивали общее состояние, интенсивность и характер двигательной активности, координации движений, состояние волосяного покрова, окраску слизистых оболочек, тонус скелетных мышц, потребление корма и воды.

Состояние повышенной физической нагрузки моделировалось путем помещения животного на 1 час ежедневно в течение месяца в бассейн для плавания, из которого он не мог выбраться [8]. На последние сутки животные проходили повторное тестирование для выявления эффекта воздействия физической нагрузки.

Первичные экспериментальные данные обрабатывались с помощью общепринятых методов математической статистики. Для оценки достоверности различий между контрольными и опытными значениями использовался U-критерий Манна-Уитни (в связи с малым количеством выборки и ненормальным распределением).

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим влияние высоких доз препарата на животных. Первая группа крыс ($n=3$), получившая однократную дозу доксорубицина (20 мг/кг), в течение недели показала 100% смертность. Что свидетельствует о токсическом эффекте препарата. У животных после введения антибиотика на поверхности тела открылись раны, при движении «не работали» задние конечности, снизились исследовательская и двигательная активности на 83,6% и 95,0% ($p<0,05$) соответственно.

При этом возрос уровень эмоциональности согласно частоте дефекаций – на 98,2% ($p < 0,05$). Количество актов груминга снизилось соответственно на 92,4% ($p < 0,05$). Следовательно, у животных проявился поведенческий дефицит под влиянием доксорубина. Также отмечалась адинамия и нарушения координации, увеличивалось потребление воды, снижалось количество потребляемого корма, выраженная потеря массы тела. Таким образом, была показана нерациональность использования данной модели введения доксорубина.

Вторая группа животных разделилась на равные по количеству особей подгруппы, на которых производили различные воздействия.

«Группа 1» ($n=5$) была подвергнута влиянию активной физической нагрузки. Так, после месячного активного плавания показатели исследовательской и двигательной активности возросли соответственно на 40,31% и 39,93% ($p < 0,05$). Причем исследовательская активность увеличилась за счет стоек – 35,63% (рис. 1). Следовательно, ежедневные физические нагрузки благоприятно влияют на психоэмоциональное состояние животных.

«Группа 2» ($n=5$) получала малые дозы доксорубина раз в две недели по 4 мг/кг в количестве 4-х инъекций. На рисунке 1 отображено изменение показателей исследовательской и двигательной активности после последнего введения препарата. Угнетение поведенческих реакций указывает на негативное влияние препарата на ЦНС: снижение показателей исследовательской и двигательной активности соответственно в 2,89 раз и в 3,23 раз ($p < 0,05$). Возросла частота дефекаций в 3,2 раза ($p < 0,05$), что свидетельствует о повышении эмоциональности.

В «Группе 2» летальность составила 0 %. При использовании дозы препарата 4 мг/кг не отмечалось каких-либо видимых изменений внешнего вида животных и изменений в потреблении кормов после первых двух введений препарата. У животных отмечалась незначительная гематурия, повышение потребления воды в первые сутки после инъекции. Потребление корма значительно снижалось. После третьей инъекции появлялась гиперпигментация кожи и слизистых оболочек. В ряде случаев развивалась частичная алопеция. Животные становились вялыми, двигательная активность снижалась, координация движений нарушалась. В дальнейшем, у крыс через 3-5 дней, поведенческие реакции изменялись – животные становились агрессивными, окраска кожи и слизистых, потребление корма и воды приходило в норму.

При рассмотрении влияния доксорубина на поведенческие показатели открытого поля после каждого введения, выявлено, что достоверных отличий между контрольными показателями и однократным введением малой дозы нет. После второго введения наблюдается резкое снижение исследовательской и двигательной активности на 55,71% и 64,12% ($p < 0,05$) соответственно по сравнению после со значениями после первого введения [4]. Дальнейшее введение доксорубина привело к снижению показателей вплоть до их полного отсутствия. Таким образом, третье введение доксорубина вызвало снижение показателей двигательной активности (частоты пересечения квадратов) на 82,3% ($p < 0,05$), исследовательской активности (суммарного количества стоек и заглядываний) на 89,7% ($p < 0,05$), неспецифической реакции на стресс (количества актов груминга) на 72,1%, и повышение эмоциональности (частоты актов дефекаций) на 69,8% [4].

«Группа 3» ($n=5$) получала малые дозы доксорубина раз в две недели по 4 мг/кг в количестве 4-х инъекций в комбинации с физической нагрузкой как в 1 подгруппе (рис. 1). В данной группе крыс доксорубин на фоне физической нагрузки снизил исследовательскую и двигательную активности в меньшей степени: на 62,57% и 64,23%

соответственно ($p < 0,05$), то есть произошло угнетение поведенческих реакций. Возросла частота дефекаций.

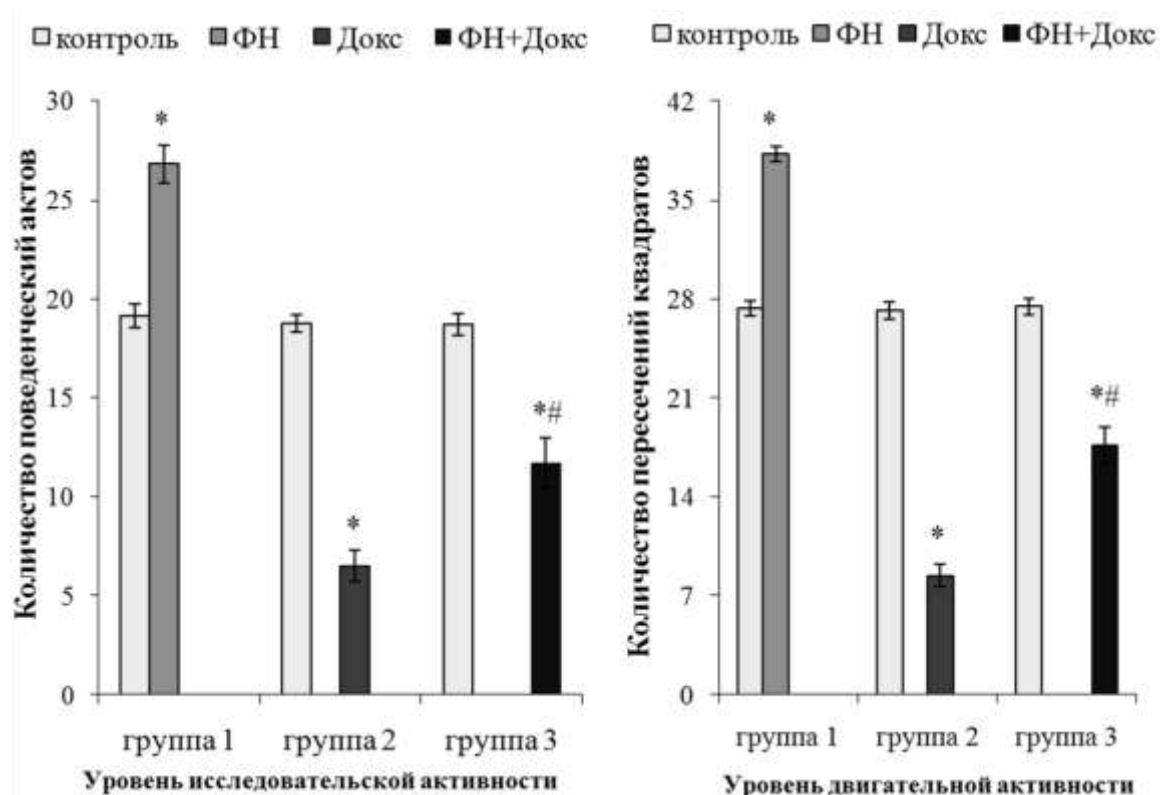


Рис. 1. Изменение показателей исследовательской и двигательной активности у крыс в зависимости от воздействий

Примечание: * – отличия достоверны ($p < 0,05$) при сравнении контрольных значений и показателей после воздействия (ФН – физическая нагрузка, Докс – введение доксорубицина, ФН+Докс – введение доксорубицина на фоне физической нагрузки)

– отличия достоверны ($p < 0,05$) при сравнении значений группы 2 (введение доксорубицина) и группы 3 (введение доксорубицина на фоне физической нагрузки)

При изучении динамики влияния каждого введения препарата отмечалось отсутствие достоверных отличий между контрольными показателями и однократным введением малой дозы доксорубицина на фоне физической нагрузки. После второго введения доксорубицина на фоне плавания наблюдается снижение исследовательской активности на 25,71% и двигательной активности на 24,12% по сравнению с первым введением. Что практически в два раза меньше, чем при введении изолированно доксорубицина (без физической нагрузки). Следовательно, плавание компенсирует негативное влияние препарата на организм животных, но не может остановить изменения полностью, в связи с чем физиологические и поведенческие показатели снижаются. Пик подавления активности приходится на третью инъекцию, а после неё при четвёртой дозе регистрируется возрастание показателей, что может свидетельствовать об адаптации к препарату.

Полученные данные согласуются с работами Я.В. Бабец и Г.А. Ушакова «Влияние доксорубицина на поведение крыс и распределение NSAM в их церебральных структурах» [1], а также Я. Буреш, О. Бурешова и Д.П. Хьюстон «Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения» [3], в исследованиях которых при

введении доксорубина крысам (1,0 мг / кг массы тела внутривутробно один раз в неделю) также изменялись поведенческие характеристики крыс в условиях теста «Открытое поле». Так, были отмечены изменения массы тела, уровень выживания, интенсивность локомоторной и исследовательской активности, а также поведенческие проявления, связанные со стрессом [1, 3]. В данных работах указано, что курсовое введение доксорубина и развитие у крыс кардиомиопатии вследствие интоксикации препаратом негативно влияли на физиологические показатели крыс в открытом поле. У крыс контрольной группы интенсивность локомоторной и ориентировочно-исследовательской активности (количество пересеченных квадратов и стоек соответственно) в течение четырех недель эксперимента снижалась в среднем примерно вдвое. У крыс, которым удвоили дозу доксорубина, угнетение моторной и исследовательской активности носило драматический характер. На третьи-четвертые сутки соответствующие поведенческие проявления ослаблялись более чем на порядок и в некоторых животных тормозились практически до их отсутствия (рис. 2). На рисунке 2 по оси абсцисс отмечена продолжительность эксперимента, недели; по оси ординат – среднее количество пересеченных квадратов течение интервала наблюдения.

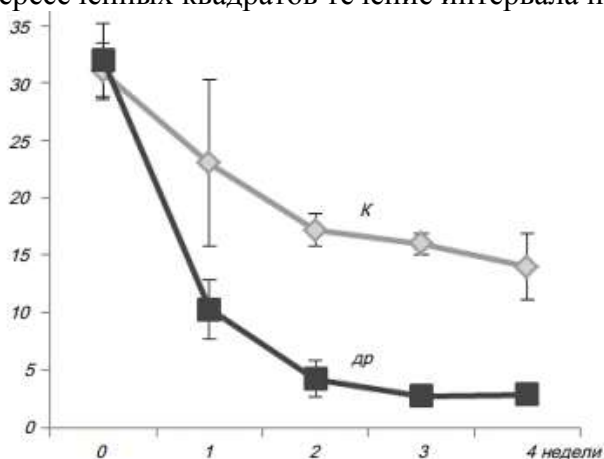


Рис. 2. Динамика локомоторной активности крыс в открытом поле [1]

Примечание: К – контрольные крысы; ДР – крысы, получавшие доксорубин (1мг / кг один раз в неделю) внутривутробно (n=8 в обеих группах)

Выводы. В ходе исследования было выявлено, что доксорубин влияет на поведенческие показатели животных. При этом на интенсивность изменений играет важную роль доза препарата и продолжительность его введения.

После однократного введения доксорубина в дозе 20 мг/кг были получены данные, которые свидетельствуют о токсичном действии препарата. После воздействия высоких доз поведенческие показатели экспериментальных крыс значительно снизились, летальность очень высока.

При введении физиологических доз доксорубина (по 4 мг/кг дозировано 1 раз в 2 недели в количестве 4-х инъекций) наблюдалась тенденция к снижению поведенческих показателей в «Открытом поле». Так, после первого введения достоверных отличий показателей не было обнаружено. Это можно объяснить накопительным эффектом препарата. Уже после 2 и 3 инъекции отмечается достоверное снижение показателей. Токсические эффекты доксорубина обуславливают угнетение локомоторной и ориентировочно-исследовательской активности подопытных крыс и сопровождаются значительными проявлениями стресса. Физическая нагрузка

компенсирует некоторое негативное влияние доксорубицина, что проявляется в меньшем снижении показателей поведенческой активности в тесте «Открытое поле».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабець Я. В., Ушакова Г. О. Вплив доксорубіцину на поведінку щурів і розподіл NCAM в їх церебральних структурах // Нейрофізіологія. – 2017. – Т. 49, № 2. – С. 166-169.
2. Базиков И.А., Бейер Э.В., Лукинова В.В., Мальцев А.Н. Сравнительная оценка острой токсичности доксорубицина и его ниосомальной формы // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 10, № 4. – С. 403-406.
3. Гордієнко Ю. А., Бакланова М.В., Коваленко Я. Зміни фізіологічних та біохімічних показників у щурів з доксорубіциніндукованою кардіопатією на тлі застосування препаратів з антиоксидантною дією // Біологія тварин. – 2012. – Т. 14, № 1/2. – С. 74-79.
4. Деменко Е.Г., Богданова С.А. Изучение влияния доксорубицина на поведенческую активность белых крыс // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т.2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 334-337.
5. Кинзирская Ю. А., Сипров А. В., Волкова О. В., Микуляк Н. И. Экспериментальные и клинико-фармакологические подходы снижения побочных эффектов противоопухолевой химиотерапии : монография. – Пенза : изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 180 с.
6. Назаренко Г.И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г.И. Назаренко, А. А. Кишкун. – М.: Медицина, 2002. – С. 541.
7. Непомнящих Л.М. Влияние препаратов с противоопухолевой активностью – доксорубицина и циклофосфана – на структурную реорганизацию миокарда крыс и численность кардиомиоцитов / Л.М. Непомнящих, Е.Л. Лушникова, М.Г. Клиникова, О.П. Молодых // Сибирский онкологический журнал. – 2011. – № 4 (46). – С. 30-35.
8. Сафронов А.И., Богданова С.А. Изучение влияния доксорубицина на поведение нелинейных половозрелых крыс // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т.2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 360-362.
9. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ // М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2-изд., перераб. и доп., 2005. – 832 с.
10. Blaheta R.A. Chemoresistance induces enhanced adhesion and transendothelial penetration of neuroblastoma cells by downregulating NCAM surface expression // BMC Cancer. – 2006. – Vol. 294, № 6. – P. 294-307
11. Blum R.H., Carter S.K. Adriamycin: A new anticancer drug with significant clinical activity // J. Clin. Oncol. – 1973. – № 5. – P. 840-850.

THE EFFECTS OF DOXORUBICIN AND PHYSICAL ACTIVITY ON THE BEHAVIORAL RESPONSES OF RATS IN THE "OPEN FIELD" TEST

Annotation. In the present study, we studied changes in the structure of behavior of male white laboratory rats in the «Open Field» test under the influence of doxorubicin and physical activity. It was established that the toxic effects of doxorubicin caused inhibition of locomotor and orientation-exploratory activity of experimental rats and were accompanied by significant manifestations of stress. Physical activity compensates for the negative effects of doxorubicin, but does not restore the indices to the initial level.

Keywords: behavior, behavioral anxiety, swimming, doxorubicin.

Gladyr N.V., Demenko E.G., Safronov A.I., Selezneva Y.G., Ursu E.Y.

Scientific adviser Bogdanova S.A, senior lecturer

Donetsk National University

E-mail: bogdanova@donnu.ru

УДК 635.91

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Дембицкая Д.К.

Научный руководитель: Гридько О.А., к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Аннотация. В работе рассмотрено влияние использования интерьерных растений на санитарно-бактериологическое состояние воздуха в условиях медицинского учреждения г. Макеевки. Экспериментально определена сезонная динамика микрофлоры воздуха. Рекомендованы перспективные виды интерьерных растений, способствующие снижению риска инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: интерьерные растения, санитарно-бактериологическое состояние воздуха

Озеленение помещений закрытого типа выполняет не только эстетическую функцию, но и оказывает благоприятное влияние на микроклимат помещения, способствует повышению общей биологической стерильности воздуха, очищению от пыли и вредных газов. Доказано, что интерьерные растения обладают бактериостатическим и бактерицидным, фунгицидным и фитонцидным эффектами, которые снижают уровень условно-патогенной микрофлоры и, следовательно, риск инфекционных заболеваний [1, 2].

В связи с ростом массового инфицирования населения, применение профилактических технологий по оздоровлению воздушной среды обитания человека, а также поддержание здоровых микробиологических условий в помещениях массового скопления людей приобретает особую актуальность. Высокая доля условно-патогенной микрофлоры от общего числа микроорганизмов воздуха становится фактором риска хронической патологии респираторного тракта.

Другой, не менее серьезной проблемой, является превышение концентрации газообразных химических соединений в воздухе помещений различного типа, выделяемых мебелью, а также строительными и отделочными материалами.

К настоящему времени накоплен большой объем экспериментальных данных по абиотической, антимикробной, антифунгальной, антивирусной активности веществ, выделяемых высшими растениями в связи с широким их использованием в практической деятельности [3–6]. Это нашло отражение в многочисленных работах известных ученых: А.М. Гродзинского, В.В. Снежко, Б.П. Токина, Н.В. Цыбули, К.Г. Ткаченко, Н.В. Казариновой и др. [1–3, 5].

В современных интерьерах используется около 90 видов растений с выраженной антимикробной активностью, принадлежащих к 24 семействам: Acanthaceae Juss., Adiantaceae (C.Presl.), Agavaceae Endl., Alliaceae J.G. Agardh, Amaranthaceae Juss., Amaryllidaceae Jaume St.-Hil., Araliaceae Juss., Araceae Juss., Araucariaceae Henkel & W.Hochst., Asphodelaceae Juss., Crassulaceae A.DC., Cupressaceae Gray, Dracenaceae Salisbury, Geraniaceae Juss., Myrtaceae Juss., Oleaceae Hoffmannsegg et Link, Podocarpaceae Endl., Piperaceae C.A.Agardh., Punicaceae Horan., Rutaceae Juss. и другие [7, 8]. Показано [3–5], что использование в интерьере *Aglaonema commutatum* Schott, *Aucuba japonica* Thunb., *Hibiscus rosa-sinensis* L., *Dieffenbachia maculata* (Lodd.) G. Don, *Epipremnum aureum* (Lindl. et Andre) Bunt, *Cissus rhombifolia* Vahl., *Chlorophytum commosum* Bak., *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait, *Murraya paniculata* (L.) Jacq. и *M. exotica* L. обеспечивает заметное (от 4–5 до 20–35 раз) снижение общего микробного числа воздуха помещений,

где были размещены эти растения, по сравнению с такими же помещениями, но без растений.

На основании многолетнего изучения особенностей использования оранжерейных растений, выделено три группы [1]:

1-ая группа – растения, летучие выделения которых обладают выраженной антибактериальной, антивирусной, антифунгальной активностью в отношении воздушной микрофлоры (фитонцидные растения);

2-ая группа – растения, летучие выделения которых улучшают сердечную деятельность, повышают иммунитет, обладают успокаивающим, противовоспалительным и другими лечебными действиями;

3-я группа – растения-фитофильтры, поглощающие из воздуха вредные газы.

Несмотря на то, что существует большой ассортимент воздухоочистителей, фильтров, озонаторов, ионизаторов и других приборов, призванных очистить воздух от условно-патогенных, патогенных микроорганизмов и спор грибов, актуальным остается доступный и традиционный способ оздоровления воздушной среды закрытых помещений с помощью растений. Подбирая ассортимент растений для конкретного помещения, можно снизить уровень условно-патогенной микрофлоры и концентрацию газообразных техногенных химических токсикантов и создать оптимальные микроклиматические и санитарно-гигиенические условия.

Биологический подход управления параметрами внутренней среды помещений для улучшения качества и повышения комфортности условий жизнедеятельности получил название медико-экологический фитодизайн (МЭФ-дизайн) и является одним из наиболее перспективных и эффективных методов управления техносферной безопасностью [2, 4].

Проведение профилактических мероприятий по аэросанации внутренней среды закрытых помещений занимает одно из ведущих и приоритетных мест в современной медико-биологической науке [6]. Особенно подобные мероприятия наиболее актуальны в осенне-зимние периоды, когда организм человека испытывает внутренние стрессы, связанные с сезонным ослаблением иммунитета, повышенным риском острых респираторных и вирусных заболеваний, передающиеся воздушно-капельным путем.

Цель работы – оценить эффективность использования интерьерных растений в условиях закрытого помещения массового скопления людей медицинского учреждения. В связи с этим предполагалось решение следующих задач: определить пылеосаждающую способность листовых пластинок интерьерных растений; оценить сезонную динамику санитарно-бактериологического состояния воздуха в условиях закрытого помещения медицинского учреждения г. Макеевки; выделить наиболее перспективные виды интерьерных растений, способствующие снижению риска инфекционных заболеваний.

Объектами исследования служили интерьерные растения из семейств Araceae Juss. (*Aglaonema rotundum* Schott., *Spathiphyllum chopin* Schott., *Zamioculcas zamiifolia* Schott., *Zantedeschia Calla* Spreng), Moraceae Gaudich. (*Ficus benjamina* L.) и Geraniaceae Juss. (*Pelargonium zonale* L.).

Исследования проводились в течение 2017–2020 гг. непосредственно в помещении со значительным скоплением людей клинично-диагностической лаборатории городской больницы № 6 города Макеевки [9]. Схема экспериментов заключалась в изучении определения среднего количества пыли на листовых пластинках растений по общепринятой методике [10], а также определении сезонной динамики изменения микробной загрязненности помещения при наличии (опыт) и отсутствии растений (контроль). Отбор проб осуществляли на высоте 1,6-1,8 м от пола по общепринятым

методикам [11]. Микробиологическое исследование воздуха изучено седиментационным методом, содержание микроорганизмов в 1 м³ определено по В.Л. Омелянскому [11, 12].

Для подтверждения пылеосаждающей способности интерьерных растений, нами в условиях учреждения здравоохранения городской больницы №6 г. Макеевки определено среднее количество пыли, оседающей в течение недели на листовых пластинках обозначенного ассортимента, используемого в озеленении закрытого помещения.

Анализ полученных данных позволил разделить растения на группы с максимальным (>1,99 г/см²) и минимальным количеством (<1,31 г/см²) осажденных пылевых частиц. Количество пыли на листовых пластинках *Aglaonema rotundum*, *Spathiphyllum chopin*, *Pelargonium zonale* составила от 1,99*10⁻³ ±0,69 г/см² до 3,77*10⁻³ ±0,39 г/см²; *Zamioculcas zamiifolia*, *Zantedeschia Calla* и *Ficus benjamina* – от 0,31*10⁻³ ±0,81 г/см² до 1,31*10⁻³ ±0,22 г/см². Разная пылеосаждающая способность листовых пластинок изученных видов интерьерных растений обусловлена анатомо-морфологическими особенностями строения листа, предполагающая специфическую фактуру, наличие налета и опушения листовых пластинок, архитектуру эпидермиса.

При подсчете количества микроорганизмов в 1 м³ закрытого помещения клиничко-диагностической лаборатории, были учтены микроклиматические условия помещения (табл. 1). Общая площадь помещения составляет 72 м², окна южной ориентации, в зимний период используется дополнительное освещение лампами дневного света (3 шт.). Данные по мониторингу качества воздуха в исследуемом помещении предоставляют возможность своевременно оценить степень опасности микробиологического нарушения микрофлоры воздуха и принять меры по созданию оптимального баланса.

Таблица 1 – Характеристика микроклиматических условий закрытого помещения клиничко-диагностической лаборатории г. Макеевки

Период проведения эксперимента	W, %	T, °C	E, лк	Количество посетителей, чел.	Среднее количество микроорганизмов в 1 м ³ , М±m, КОЕ/м ³
Лето 2017	52	25	3000	67	1273,0±99,31
Осень 2017	69	17	1400	72	760,6±49,12
Зима 2018	55	21	700	59	1020,7±120,14
Осень 2020	55	21	1500	50	240,6±9,13
Зима 2020	65	19	800	69	226,4±9,12

Примечание. W – влажность, T – температура, E – освещение, М±m – среднее арифметическое ± ошибка средней.

Анализируя микроклиматические условия закрытого помещения нами отмечено, что результаты согласуются с данными, которые свидетельствуют о более высоких уровнях количества микроорганизмов в летний период, чем в зимний [13]. Среднее количество микроорганизмов в 1 м³ воздуха помещения находится в пределах от 1 до 760,6 КОЕ/м³ в осенние месяцы 2017 года наблюдения и от 1 до 1020,7 КОЕ/м³ – в зимние месяцы 2018 года. Снижение среднего количества микроорганизмов в 3–4 раза в осенние и зимние месяцы 2020 года наблюдения, по-видимому, связано с соблюдением повышенного режима санитарно-противоэпидемического режима в медицинском учреждении здравоохранения. При сравнении данных с ГОСТом [12] относительно оценки воздуха жилых помещений по числу микроорганизмов в 1 м³ воздуха, санитарно-бактериологическое состояние воздуха в лабораторном помещении наибольшего скопления людей в осенний и зимний периоды отмечено как чистое.

Микробная загрязненность воздуха в контрольных замерах осеннего и зимнего замеров 2020 года наблюдения без растений не превышала санитарную норму [12] и составила соответственно $240,6 \pm 9,13$ и $226,4 \pm 9,12$ КОЕ/м³. В результате отбора проб воздуха с использованием растений установлено снижение общей численности микроорганизмов в исследованном помещении по сравнению с контролем (рис. 1). Также были выявлены колонии округлой формы с мелким размером (0,5–3мм). Поверхность колоний гладкая, профиль выпуклый, край ровный. Колонии пигментированы в белый цвет. Структура – однородная. Прикасаясь к поверхности колоний петлей, отмечена мягкая консистенция. Таксономическая идентификация микроорганизмов до низшего порядка пока не завершена, однако достоверно известно, что некоторые образцы имеют ярко выраженные черты царства грибов и царства бактерий.

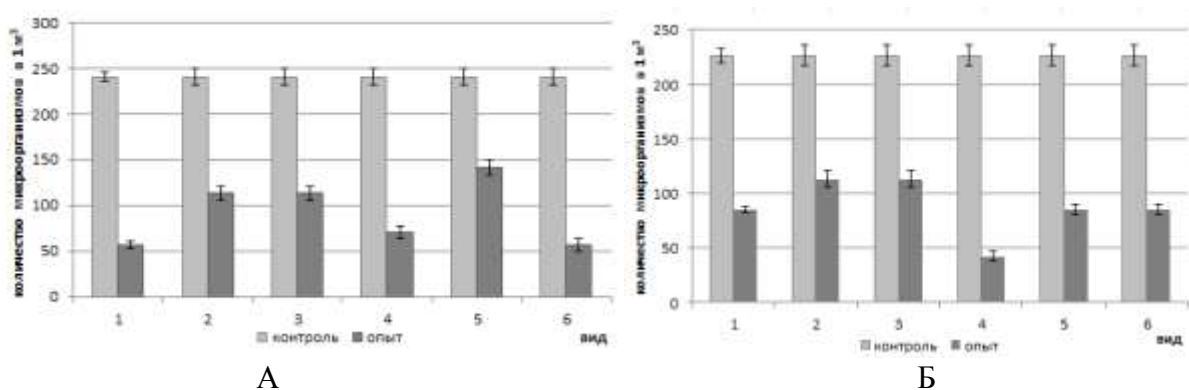


Рис. 1. Оценка эффективности использования интерьерных растений в сентябре 2020 г. (А) и декабре 2020 г. (Б): 1 – *Spathiphyllum chopin* Schott., 2 – *Zamioculcas zamiifolia* Schott., 3 – *Ficus benjamina* L., 4 – *Pelargonium zonale* L., 5 – *Zantedeschia Calla* Spreng, 6 – *Aglaonema rotundum* Schott.

В осенний период 2020 года наблюдений отмечено, что при использовании *Aglaonema rotundum* и *Spathiphyllum chopin* в интерьере помещения количество микроорганизмов, выросших в чашках Петри, снижается соответственно в 2,5 и 2,3 раза, *Ficus benjamina*, *Zamioculcas zamiifolia* и *Pelargonium zonale* – в 2,1 и 1,8 раз по сравнению с контролем.

В зимний период 2020 года отмечено, что озеленение с помощью *Pelargonium zonale* и *Aglaonema rotundum* оказывает влияние на снижение микроорганизмов, выросших в чашках Петри, в 3,4 и 2,2 раза соответственно, *Ficus benjamina* и *Zantedeschia Calla* – в 2 раза по сравнению с контролем.

На основании полученных данных установлено, что в осенний и зимний периоды 2020 года наблюдений на снижение количества микроорганизмов в 1 м³ воздуха оказывает озеленение закрытого помещения с помощью *Aglaonema rotundum* и *Pelargonium zonale*.

В результате проведённых исследований подтверждено пылеосаждающее свойство и антимикробное действие изученных видов интерьерных растений по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. Современная тенденция введения в различные интерьеры растений тропической и субтропической флор позволяет решать проблему госпитальных инфекций, снижая общую обсеменённость воздуха и, следовательно, создавать благоприятные условия существования человека.

Таким образом, с целью профилактики респираторных заболеваний у пациентов и работников медицинского учреждения, а также оздоровления воздушной среды закрытых помещений, рекомендовано использование *Pelargonium zonale*, *Aglaonema rotundum*, *Ficus benjamina*, *Zantedeschia Calla* и *Zamioculcas zamiifolia* в виде универсальной фитокомпозиции, использование которой будет направлено на улучшение комплекса микроклиматических, микробиологических и визуальных параметров внутренней среды закрытых помещений. Фитозоны в учреждениях здравоохранения можно устраивать в виде зимних садов и интерьерных фитокомпозиций в зависимости от площади помещений и назначений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаринова Н.В. Медицинский фитодизайн. Состояние проблемы / Н.В. Казаринова, К.Г. Ткаченко // Курортные ведомости. – 2004. – № 1(22). – С. 56–58.
2. Цыбуля Н.В. Использование тропических растений для санации воздуха в экологически неблагоприятных условиях помещения / Н.В. Цыбуля, Т.Д. Фершалова, Л.П. Давидович // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, №2(2). – С. 360–364.
3. Ткаченко К.Г. Медицинская ботаника и медицинский фитодизайн. Сообщение 2. Лечебный интерьер с использованием растений для здоровья, улучшения состава воздуха и среды обитания человека / К.Г. Ткаченко // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. – 2013. – № 1(3). – С. 40–43.
4. Ткаченко К.Г. Медицинская ботаника и медицинский фитодизайн. Сообщение 3. Ассортимент и размещение растений в композиционных аранжировках / К.Г. Ткаченко // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. – 2013. – № 3(5). – С. 55–60.
5. Ткаченко К.Г. Медицинская ботаника и медицинский фитодизайн. Сообщение 4. Растения для очистки воздуха от вредных веществ, выделяемых табачным дымом / К.Г. Ткаченко // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. – 2014. – № 2(8). – С. 44–46.
6. Цыбуля Н.В. Использование тропических растений для санации воздуха в экологически неблагоприятных условиях помещения / Н.В. Цыбуля, Т.Д. Фершалова, Л.А. Давидович // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19. № 2-2. – С. 360–364.
7. Турбина И.Н. Использование интерьерных растений для санации воздуха в помещениях различного типа / И.Н. Турбина, М.В. Горбань, Т.Д. Ямпольская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 17, №5, 2015. – С. 229–232.
8. Каталог растения для работ по фитодизайну (Разработки Донецкого ботанического сада НАН Украины). Горницкая И.П., Ткачук Л.П. – Донецк: ООО «Лебедь», 2005. – 234 с.
9. Дембицкая Д.К. Влияние интерьерных растений на сезонную динамику микрофлоры воздуха в условиях закрытого помещения медицинского учреждения г. Макеевки / Д.К. Дембицкая, О.А. Гридько // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Том 2: Химикобиологические науки / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 182–185.
10. Глухов А.З. Промышленная ботаника. Учебное пособие для магистров направления подготовки 06.04.01 Биология / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк, 2020. – 185 с.
11. Вольпе И.М. Практическое руководство по санитарной микробиологии / И.М. Вольпе, В.Д. Кучеренко. – М: Изд. МГУ, 1970. – 147 с.
12. Колешко О.И. Микробиология с основами вирусологии / О.И. Колешко, Т.В. Завезенова. – Иркутск: Изд-во Иркутского унив-та, 1999. – 452 с.
13. Augustowska M, Dutkiewicz J. Variability of airborne microflora in a hospital ward within a period of one year. Ann. Agric. Environ. Med. 2006; 13: 99–106.

EFFICIENCY OF THE USE OF INTERIOR PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE CLOSED PREMISE OF THE HEALTHCARE INSTITUTION

Annotation. The paper considers the influence of using indoor plants on the seasonal dynamics of air microflora in a medical institution in the city of Makeevka. The dust-deposition capacity of leaf blades of plants used in indoor landscaping has been experimentally determined. Promising types of indoor plants are recommended to reduce the risk of infectious diseases.

Key words: indoor plants, dust-deposition capacity, sanitary and bacteriological state of air, closed room, seasonal dynamics of microorganisms

Dembitskaya D.K.

Scientific adviser: Hrydko O.A., Ph.D., associate professor

Donetsk National University

E-mail: dembitskaya6@gmail.com

УДК 577.3

ОЦЕНКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ГОРОДА ДОНЕЦКА

Дощечкина Э.А.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преп
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: В данной работе проведена оценка жизнеспособности древесных растений, произрастающего вдоль автомагистралей города Донецка. Исследовали вибрационно-акустический шум возле автодороги, оценивали жизнеспособность и общее состояние деревьев.

Ключевые слова: шум, жизнеспособность, древесные растения, автомагистрали.

Введение. Город на современном этапе – это природно-антропогенная система, основными системообразующими факторами которой являются человек и природная среда [1]. В этой системе имеется большое количество антропогенных фактов. Поэтому очень трудно выделить влияние одного фактора на живые организмы в отрыве от остальных. Городская среда активно аккумулирует и накапливает загрязняющие вещества и отходы, засоряя при этом атмосферу, водоемы и почвы [2, 3]. С каждым годом в городской среде происходит повышение уровня вибрационно-акустического шума. Вследствие этого наблюдается загрязнение атмосферного воздуха от автотранспортных средств, что превышает предельно допустимый уровень [4, 5, 6]

Зелёные насаждения на урбанизированных территориях способствуют оптимизации микроклиматических и санитарно-гигиенических условий, используются для функциональной организации городского пространства и повышения художественной выразительности архитектурных ансамблей. Поэтому исследования урбанодендрофлоры, анализ видового состава насаждений и состояния культивируемых древесных пород, а также разработка ассортимента перспективных древесных растений для введения в городские зелёные насаждения относятся к актуальным проблемам современности [7, 8].

В городах сформировалась специфическая техногенная среда с постоянно возрастающей антропогенной нагрузкой на урбозкосистемы, что приводит к значительной трансформации окружающей среды. Воздух в городах загрязнен пылью, аэрозолями, газами и дымом, поэтому снижение уровня токсичных веществ в воздухе и почве является важным направлением оптимизации городской среды. С этой целью используют преимущественно технические средства-пылеуловители и фильтры, внедрение безотходных технологий производства. Как средство доочистки городской среды, используют древесные насаждения, способные нивелировать неблагоприятные факторы природного и техногенного происхождения [9–11].

Акустический шум является важным экологическим фактором в окружающей среде. В городских условиях акустические шумы характеризуются большим

многообразием источников техногенного происхождения связанных с деятельностью человека. Наиболее распространенными источниками являются энергетические подстанции, тяжёлая строительная техника и автотранспорт [12].

Цель: исследование влияния вибрационно-акустического зашумления, как физического фактора, на жизнеспособность тополя Болле вдоль улицы Артема города Донецка.

Задачи:

1. Исследовать вибрационно-акустический шум возле автодороги, 1 и 2 ряда зелёных насаждений, а также при удалении на 15 м по улице Артема.

2. Оценить жизнеспособность и общее состояние деревьев на исследуемых участках по улице Артема.

Материалы и методы. Исследование проводилось в г. Донецке по ул. Артема, от пр. Ватутина до пр. Киевский. Деревья на исследуемых участках растут в 2 ряда на расстоянии в 2,5м друг от друга. Само дорожное полотно разделено на 3 части: 1) бордюром, 2) небольшим бордюром, отделяющим земляной покров от асфальтированного участка, 3) асфальтированной пешеходной дорогой.

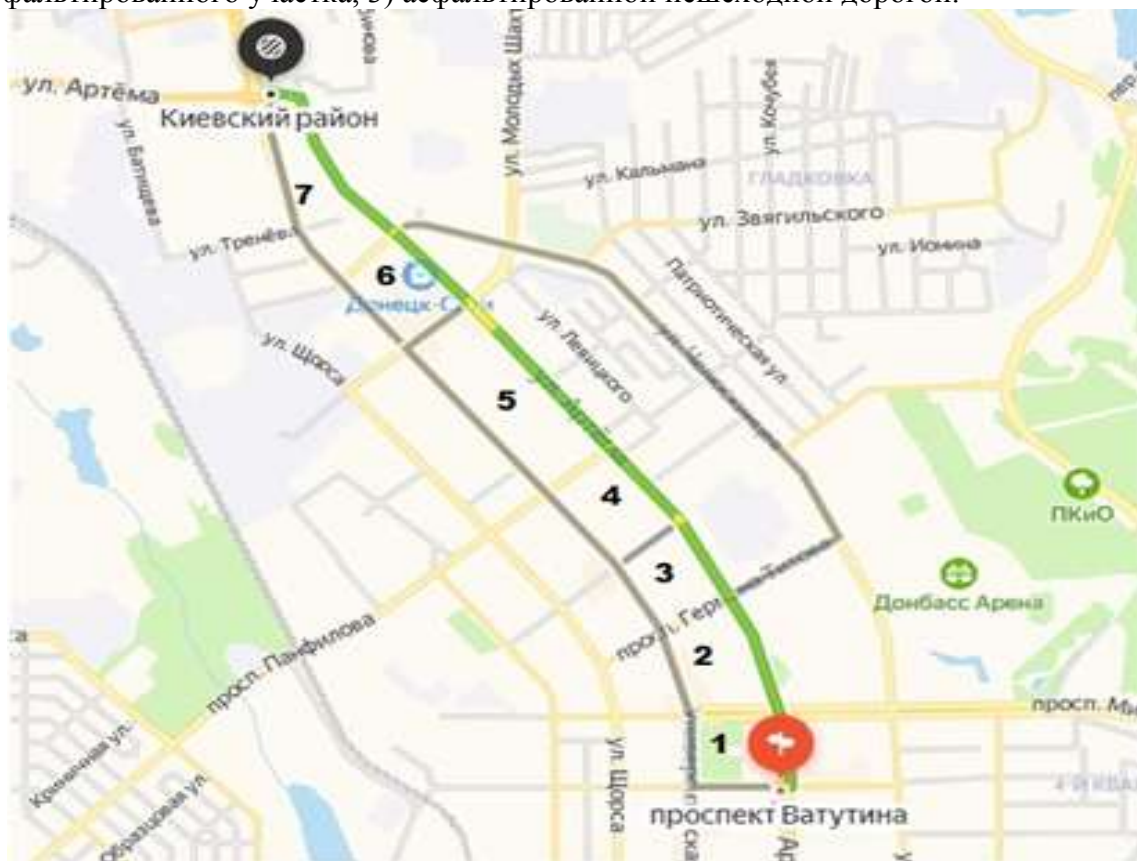


Рисунок 1 – Место проведения исследований по улице Артёма города Донецка

Обозначения: 1– от пр. Ватутина до пр. Мира, 2 – пр. Мира – пр. Германа Титова, 3 – пр. Германа Титова – пр. Освобождения Донбасса, 4 – пр. Освобождения Донбасса – пр. Панфилова, 5 – пр. Панфилова – пр. Таманский, 6 – пр. Таманский – пер. Россини, 7 – пер. Россини – пр. Киевский

Исследовали жизнеспособность древесных растений 1 и 2 ряда произрастающих вдоль автомагистралей. Все растения одного возраста (приблизительно 40-45 лет), произрастают в одинаковых климатических условиях.

Жизненное состояние деревьев оценивали по 8-бальной шкале Л.С. Савельевой [13]. Для измерения шума использовался цифровой измеритель уровня звука Benetech GM1351 (рис.2)



Рисунок 2 – Методика измерения шума возле автодороги с помощью шумометра Benetech GM1351

Места проведения измерения выбирали на участках улиц и дорог с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта. Измерения проводили при условии, что поверхность проезжей части улиц и автомобильных дорог должна быть чистой и сухой, а балластный слой трамвайных и железнодорожных путей не должен быть мокрым и промерзшим. Время проведения измерения устанавливали в периоды максимальной интенсивности движения транспортных потоков [14].

При проведении измерения шума учитывали воздействие вибраций, магнитных и электрических полей, радиоактивного излучения и других неблагоприятных факторов, влияющих на результаты измерения, согласно инструкциям по эксплуатации приборов [14].

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока, в состав которого могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы (в дальнейшем — автомобили), мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды (в дальнейшем — мотоциклы), а также троллейбусы и трамваи, измерительный микрофон располагали на тротуаре или обочине на расстоянии $(7,5 \pm 0,2)$ м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств на высоте $(1,5 + 0,1)$ м от уровня покрытия проезжей части или головки рельса. В условиях стесненной застройки измерительный микрофон располагали на расстоянии меньшем 7,5 м от оси ближней к точке измерения полосы или пути движения транспортных средств, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук. Если расположения улицы или дороги в выемке измерительный микрофон устанавливали на бровке выемки на высоте $(1,5 + 0,1)$ м от уровня земли. В

каждом пункте измерения проводили по 3 раза через 5 и минутный интервал времени. Полученные данные усреднялись, затем рассчитывали усредненные энергетические спектры акустических шумов [14].

Результаты и обсуждения. В ходе проведенных исследований было выявлено, что значения вибрационно-акустического шума по ул. Артема превышают ПДУ если пользоваться СН 3077-84 «Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки», то уровень шума не должен превышать 80 дБА. [14]. Максимальный показатель уровня звукового давления находится в диапазоне 80-90 дБА (табл. 1).

Таблица 1

Значения акустического шума на исследуемом участке по ул. Артёма

№	Возле дороги (бордюр)			1 ряд деревьев (1 м от дороги)			2 ряд деревьев (8 м от дороги)			3 ряд деревьев (15 м от дороги)		
	Max	min	Ср	max	min	ср	Max	min	ср	max	min	Ср
1	81	70	76±2	79	72	76±2	72	68	70±2	72	50	61±2
2	85	75	80±2	82	75	79±2	73	62	68±2	70	61	66±3
3	86	78	82±3	82	74	78±2	71	60	66±3	70	63	67±2

Таким образом, превышение предельно допустимого уровня шума, исходящего от автомагистрали и сопутствующей ей вибрации, должно отражаться на состоянии произрастающих вблизи деревьев.

Для этого на каждом участке мы оценили видовой состав насаждений, их жизнеспособность и определили возраст каждого дерева. Проведенная оценка жизнеспособности по шкале Савельевой показала, что состояние растений проводя мониторинг состояния древесных растений первого ряда выявлено, что произрастая в однородных условиях их общее состояние достоверно различается. В среднем состояние деревьев составляет в 4-5 баллов, но есть и молодые деревья с 6-7 баллами. У деревьев отмечается массовые дефекты ствола и кроны (табл. 2).

Таблица 2

Жизнеспособность древесных растений и уровень повреждения ствола и кроны

Участок	Количество деревьев, шт.	Жизнеспособность, балл	Дефект ствола, %	Дефект кроны, %
1	20	4	50%	35%
2	28	4-5	36%	20%
3	58	4	20%	25%
4	37	6-7	2%	1%
5	72	5-6	35%	60%
6	48	4-5	40%	70%
7	23	5-6	35%	50%
8	32	5-6	20%	25%
9	71	4-5	40%	60%
10	77	4-5	50%	60%
11	15	5	20%	10%
12	9	6-7	-	-
13	35	4-5	40%	50%
14	40	4-5	35%	40%

Примечания: 1 – направления от пр. Ватутина до пр. Мира; 2 – от пр. Мира до пр. Ватутина; 3 – от пр. Мира до пр. Германа Титова; 4 – от пр. Германа Титова до пр. Мира; 5 – от пр. Германа Титова до пр. Освобождения Донбасса; 6 – от пр. Освобождения

Донбасса до пр.Германа Титова; 7 – от пр. Освобождения Донбасса до пр. Панфилова; 8 – от пр. Панфилова до пр. Освобождения Донбасса; 9 – от пр.Панфилова до пр.Таманского; 10 – от пр. Таманского до пр. Панфилова; 11 – от пр.Таманского до пер.Россини; 12 – от пер.Россини до пр.Таманского; 13 – от пр.Киевского до пер.Россини; 14 – от пер.Россини до пр.Киевского

Дефекты ствола и кроны определяли по следующим показателям: асимметрия формы кроны; грибковые болезни; не заросшие морозобоины через которые могут проникать вредители; дупла, стволовая расширенная гниль, полости ствола, раковые наросты; наличие сухих ветвей в центральной части кроны и суховершинность; усыхание кроны и боковых ветвей; механические повреждения коры, отслоение коры. механические повреждения коры, отслоение коры(рис. 3).



Рисунок 3 – Дефекты ствола и кроны для деревьев на на исследуемых кварталах по ул. Артёма

Примечания: а – грибковые болезни, б – морозобоина; в,г – стволовая расширенная гниль; д – раковые наросты; е –суховершинность

Выводы. Исследовали вибрационно-акустический шум возле автодороги, в 1 и 2 ряду зелёных насаждений, а также при удалении на 15 м. Максимальное значение отмечалось в диапазоне 81-86 дБ, что является превышением предельно допустимого уровня шума на 5-6 дБА в 1 ряду среднее значение находилось в пределах 80±отклонение дБА.

Проведя мониторинг состояния древесных растений первого ряда выявлено, что произрастая в однородных условиях их общее состояние достоверно различается. Состояние деревьев составляет в среднем 4-5 баллов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савинцева Л.С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде: дис канд. биол. наук. Киров, 2015. 169 с.
2. Корниенко В.О. *Acer platanoides* L. в условиях антропогенной нагрузки г. Донецка / В. О. Корниенко, О. Р. Кольченко, Т. Б. Матвеева // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8. № 3 (28). – С. 46-52.
3. Ибрагимова Э.Э., Бандак И.В., Дрозд А.С. Флуктуирующая асимметрия листьев *Morus alba* L. как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения урбоэкосистем // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2011. Т. 24, № 2. С. 129–135.
4. Корниенко В.О., Корощенко М.Н. Влияние вибрационно-акустического шума на состояние древесных растений вблизи автомагистралей / В.О. Корниенко, М.Н. Корощенко // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III междунар. научн. конф. (25 октября 2018 г.). ДонНУ: – Донецк. – 2018. – Т. 2 – С. 160-163.
5. Каримова А.М. К вопросу об исследовании состояния окружающей среды г. Ишима по показателю флуктуирующей асимметрии / А.М.Каримова, О.С.Козловцева // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. – 2015. – № 3. – С.345.
6. Коршиков И.И. Изменение физиолого-биохимических показателей листьев различающихся по устойчивости к выхлопным газам деревьев *Acer platanoides* L. и *Acer pseudoplatanus* L. в насаждениях вдоль автомагистрали / И.И.Коршиков, Е.Н. Виноградова // Промышленная ботаника. – 2005. – № 5. – С.75-84.
7. Авдеева Е. В. Рост и индикаторная роль зеленых насаждений в урбанизированной среде. Красноярск: СибГТУ, 2007. 382 с.
8. Корниенко В. О. Оценка жизненного состояния древесных насаждений в условиях урбанизированной среды / В. О. Корниенко, С. А. Приходько, А. С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 03/2. – С. 14-19.
9. Поляков А. К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды. Донецк: Ноулидж, 2009. 268 с.
10. Серикова Л. В. Функционирование древесной растительности г. Москвы в условиях антропогенного воздействия // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2003. № 6. С. 9–29.
11. Davis A.M., Glick T. F. Urban ecosystems and island biogeography // *Environmental Conservation*. 1978. Vol. 5, № 4. P. 299–304.
12. Корниенко В. О., Дощечкина Э. А. Оценка жизнеспособности древесных растений, произрастающих вдоль автомагистралей г. Донецка / В.О. Корниенко, Э.А. Дощечкина // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Межд. науч. конф. (29-31 октября 2019 г.) ДонНУ: – Донецк. – 2019. – Т. 2 – С. 177-179.
13. Савельева Л.С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Л.С. Савельева. – М.: Лесн. пром-сть, 1975 – 168 с.
14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки С. 2–4.

ASSESSMENT OF THE VIABILITY OF WOODY PLANTS GROWING ALONG THE HIGHWAYS OF THE CITY OF DONETSK

Annotation: In this paper, the viability of woody plants growing along the highways of the city of Donetsk is evaluated. Vibration-acoustic noise near the highway was studied, and the viability and general condition of the trees were evaluated.

Keywords: noise, vitality, woody plants, highways.

Doshechkina E.A.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: elina.doshechkina@mail.ru

УДК 504.06

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОП «ЗУЕВСКАЯ ТЭС» РП «ЭНЕРГИЯ ДОНБАССА»

Ермолаева С.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В работе представлены данные по мониторингу атмосферного воздуха Зуевской ТЭС. Определены основные источники выброса загрязняющих веществ и их фоновые концентрации. Проведен анализ выполненных расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ.

Ключевые слова: экологический мониторинг, загрязняющие вещества, охрана окружающей среды.

Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу для здоровья людей и состояния окружающей среды в целом [1]. Мониторинг атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения [2]. Объективная оценка уровня загрязнения атмосферы является актуальной задачей: она необходима при выборе мероприятий по охране воздушной среды, при планировании жилищного и промышленного строительства, при установлении для городских предприятий предельно допустимых выбросов, при организации мониторинга атмосферы [3].

Цель работы – анализ данных о состоянии атмосферного воздуха в зоне влияния промышленного объекта на примере Зуевской тепловой электрической станции.

Для исследования нами были выбран следующий объект: Обособленное подразделение «Зуевская тепловая электрическая станция» Республиканского предприятия «Энергия Донбасса». Район размещения Зуевской ТЭС характеризуется высоким уровнем индустриального развития и высокой плотностью транспортных сетей. Территорию покрывает густая сеть железнодорожных и автомобильных дорог. Транспортная система региона вносит значительное техногенное влияние на окружающую природную среду, которое проявляется в повышенном уровне шума, загрязненности и загазованности воздуха. Тепловая электростанция и другие объекты, осуществляющие хозяйственную деятельность в данном районе, позволяют отнести рассматриваемую территорию к весьма напряженным в экологическом отношении регионам Европы [4]. На ОП «Зуевская ТЭС» Согласно «Инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу» насчитывается 61 источник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из которых 45 организованных и 16 неорганизованных источников. Расчет суммарного загрязнения атмосферы от всех источников, по приведенным веществам, выполнен при фактических параметрах выбросов в соответствии с основными требованиями ОНД-86 [5, 6].

Экологический мониторинг является составной частью научных интересов кафедры ботаники и экологии ДонНУ [7], в числе которых разработки фитоиндикационного назначения для промышленных объектов Донбасса [8, 9], включая методы нормирования [10–12] и биоиндикации [13–15].

Анализ данных инвентаризации и контроля источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников образования выбросов показал, что наиболее мощными являются: дымовая труба от котлоагрегатов, высота 330 м; склад угля, площадь территории склада 33 800 м²; золоотвал, площадь территории под золоотвалом 82,5 га; градирни цеха теплоснабжения, подземных коммуникаций и гидросооружений, высота 150 м. В продуктах сгорания органического топлива Зуевской ТЭС основными загрязнителями атмосферного воздуха являются: газоподобные вещества: оксиды серы, азота, углерода, взвешенные вещества.

Исходя из приведенных расчетных сведений в таблице 1 мощности выбросов загрязняющих веществ от наиболее мощных источников выбросов, можно сделать вывод, что наибольший вклад в общий объем выброса от котлоагрегатов.

Таблица 1 – Мощность выбросов загрязняющих веществ от наиболее мощных источников выбросов ОП «Зуевская ТЭС»

<i>Наименование источника выбросов</i>	<i>Наименование загрязняющего вещества</i>	<i>Мощность выброса, т/год</i>	<i>% вклада источника в общий объем выбросов</i>
Дымовая труба от котлоагрегатов	Пыль неорганическая	2 160,502	1,37
	Оксиды азота	6 607,807	4,11
	Диоксид серы	148 022,079	94,05
	Оксид углерода	566,975	0,36
Склад угля	Пыль неорганическая	24,636	0,02
Золоотвал	Пыль неорганическая	2,288	0,002
Градирня №1,2	Взвешенные вещества	159,898	0,10

Величины фоновых концентраций загрязняющих веществ в зоне влияния Зуевской ТЭС определены расчетным путем, приведены в таблице 2.

Данные качества атмосферного воздуха в зоне воздействия ОП «Зуевская ТЭС» определяли на передвижных постах наблюдения (подфакельные измерения).

Суммарная расчетная мощность выбросов от предприятия составляет 157 441,217 т/год. Фактически эта цифра может быть меньше расчетной и зависит от выработки продукции и качества сжигаемого топлива.

Состояние атмосферного воздуха характеризуют фоновые концентрации загрязняющих веществ, соизмеряемые с максимально разовыми предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Фоновые концентрации определяются по данным постов стационарных наблюдений как уровень концентраций, превышаемый не более чем в 5% случаев от общего количества наблюдений. Фоновое загрязнение воздуха характеризует величину приземной концентрации, которая образуется выбросами всех источников, расположенных в исследуемом районе, за исключением влияния, оказываемом Зуевской ТЭС. Эти показатели формируют базу при проведении экологического мониторинга в промышленном регионе.

Таблица 2 – Фоновые концентрации загрязняющих веществ для района размещения ОП «Зуевская ТЭС»

Наименование вещества	Концентрация, мг/м ³							
	Направление ветра							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Диоксид азота	0,0344	0,0262	0,0255	0,0261	0,0263	0,0307	0,0287	0,0369
Диоксид серы	0,0597	0,0397	0,0380	0,0382	0,0381	0,0472	0,0562	0,0601
Оксид углерода	0,5880	0,5115	0,5040	0,5270	0,5285	0,5205	0,5255	0,5710
Взвешенные вещества	0,1043	0,0747	0,0730	0,0712	0,0734	0,0918	0,0833	0,0872
Сероводород	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
Марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца)	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040	0,0040
Фториды плохо растворимые (в пересчете на фтор)	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
Пыль угольного концентрата (каменный уголь)	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440	0,0440
Пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния в %: 70-20 (ш.ц. и др.)	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200

Учитывая тот факт, что фактические наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не проводятся, величины фоновых концентраций загрязняющих веществ на территории зоны влияния объекта устанавливались расчетным способом.

Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ имеют место на значительном расстоянии (более 6 км), что обусловлено высотой дымовой трубы 330 м основного источника загрязнения (№0001), и не превышают ПДК и с учетом фона составляют:

- диоксид азота – 0,422 ПДК;
- диоксид серы – 0,522 ПДК;
- оксид углерода – 0,172 ПДК;
- пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 70-20% - 0,442 ПДК;

и по группам суммации:

- № 27 – свинец + диоксид серы – 0,925 ПДК;
- № 31 – диоксид азота + диоксид серы – 0,823 ПДК.

Для уменьшения влияния ОП «Зуевская ТЭС», рекомендуется проведение следующих мероприятий:

- организационные – оперативное реагирование на одновременное включение оборудования с учетом проведения ремонтов технологического оборудования;
- технологические: улучшение качества топлива, которое подается на сжигание в котлоагрегаты; реконструкция или модернизация технологического оборудования; модернизация систем очистки дымовых газов.
- экономические: уплата экологического налога за выбросы вредных загрязняющих веществ в соответствии с законодательством о налогообложении; государственное финансирование экологических мероприятий; предоставление предприятиям льгот (в том числе налоговых) в соответствии с законодательством ДНР в

случае внедрения ими энерго- и ресурсосберегающих технологий, осуществления мероприятий, направленных на уменьшение выбросов вредных веществ и уменьшения уровней влияния физических и биологических факторов на атмосферный воздух.

Анализ выполненных расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы позволил оценить экологическую ситуацию в зоне влияния Зуевской ТЭС и сделать следующие выводы:

1) выбросы Зуевской ТЭС являются определяющими в загрязнении воздушного бассейна;

2) наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят котлоагрегаты электростанции, выбросы которых представлены оксидами серы, азота, углерода, пыли неорганической с содержанием SiO_2 70-20%;

3) на границе санитарно-защитной зоны (1500 м) приземные концентрации всех загрязняющих веществ и возможных суммаций (с учетом фоновых концентраций) не превышают санитарных норм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
2. Герасимов И.П. Научные основы мониторинга окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 480 с.
3. Тарасов В.В. Мониторинг атмосферного воздуха. – М.: Инфра-М, 2010. – 435 с.
4. Примаков А.В., Кафаров В.В., Системный анализ контроля и управления качества воздуха и воды. – Киев: Наука, 1991. – 350 с.
5. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
6. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды / А.И. Сафонов. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 108 с.
7. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
8. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
9. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121–128.
10. Глухов А.З. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311–312.
11. Bupalova S.V. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
12. Bupalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
13. Bupalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
14. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52–59.
15. Киселева Д.В. Интегральная таблица фитоквантификационной экспертизы экотопов Донбасса по *Cichorium intybus* L. // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 73–77.

ENVIRONMENTAL MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR IN THE AREA OF INFLUENCE OF OP ZUEVSKAYA TPP RP ENERGY DONBASS

Annotation. The paper presents data on the monitoring of atmospheric air at the Zuevskaya TPP. The main sources of emission of pollutants and their background concentrations have been determined. The analysis of the calculations of the dispersion of pollutant emissions is carried out.

Keywords: environmental monitoring, pollutants, environmental protection.

Ermolaeva S.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: sofya_ermolaeva_eco@mail.ru

УДК 528.94: 581.9 (477.60)

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОТОПОВ В Г. ДОНЕЦКЕ ПО ДАННЫМ ФИТОМОНИТОРИНГА

Зайцева Е.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В статье предложены новые расчетные индексы оценки экотопов мегаполиса по данным фитомониторинга на примере Донецка. Проведена фитоквантификация учётных площадок разных районов города по комплексным показателям трансформации экотопов.

Ключевые слова: Донецк, экологический мониторинг, фитоиндикация, показатель трансформации.

В концептуальных основах экологического биомониторинга [1], нормирования [2] и фитоквантификации экотопов Донбасса [3–6] доказана роль растительных организмов в оценке качества природных сред по растительной составляющей [2, 4]. В регионе на сегодня уже апробированы способы визуализации полученных данных фитоиндикационного содержания [4, 7–9], что также находит свое отражение в подготовке учебной продукции в ДонНУ [10, 11]. Фитоиндикационный мониторинг частных примеров и общих выводов представлен в работах донецких ученых [1, 2, 7, 12] и является частью разработок СНО кафедры ботаники и экологии ДонНУ.

Цель работы – эмпирическим путем предложить несколько вариантов расчетных индексов трансформации экотопов по данным фитоиндикационного мониторинга для микрорайонов г. Донецка.

Блоки комплексных критериев предложено разбить на смысловые сочетания индексов в нескольких вариантах:

1) индекс образования терат *Atriplex patula* L., расчетный показатель степени дефектности пыльцевого материала в зрелых пыльниках *Cichorium intybus* L., морфологическая разнокачественность архитектоники и побегообразования *Amaranthus retroflexus* L., степень структурной разнокачественности зародышевого аппарата при условии полного созревания семенного материала *Daucus carota* L., показатель структурной разнокачественности поверхности листового аппарата, преимущественно по степени дифференциации трихом *Plantago major* L.

2) индекс образования терат *Berteroa incana* (L.) DC., расчетный показатель степени дефектности пыльцевого материала в зрелых пыльниках *Tragopogon major* Jacq., морфологическая разнокачественность архитектоники и побегообразования *Reseda lutea* L., степень структурной разнокачественности зародышевого аппарата при условии полного созревания семенного материала *Convolvulus arvensis* L., показатель структурной разнокачественности поверхности листового аппарата, преимущественно по степени дифференциации трихом *Tanacetum vulgare* L.

3) индекс образования терат *Cichorium intybus* L., расчетный показатель степени дефектности пыльцевого материала в зрелых пыльниках *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., морфологическая разнокачественность архитектоники и побегообразования *Tanacetum vulgare* L., степень структурной разнокачественности зародышевого аппарата при условии полного созревания семенного материала *Diplotaxis muralis* (L.) DC., показатель структурной разнокачественности поверхности листового аппарата, преимущественно по степени дифференциации трихом *Echium vulgare* L.

4) индекс образования терат *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Reseda lutea* L., расчетный показатель степени дефектности пыльцевого материала в зрелых пыльниках *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth., морфологическая разнокачественность архитектоники и побегообразования *Reseda lutea* L., степень структурной разнокачественности зародышевого аппарата при условии полного созревания семенного материала *Plantago major* L., показатель структурной разнокачественности поверхности листового аппарата, преимущественно по степени дифференциации трихом *Tanacetum vulgare* L.

5) индекс образования терат *Reseda lutea* L., расчетный показатель степени дефектности пыльцевого материала в зрелых пыльниках *Plantago major* L., морфологическая разнокачественность архитектоники и побегообразования *Cichorium intybus* L., степень структурной разнокачественности зародышевого аппарата при условии полного созревания семенного материала *Thlaspi arvense* L., показатель структурной разнокачественности поверхности листового аппарата, преимущественно по степени дифференциации трихом *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

В сводной таблице представлены результаты расчета значений критериев комплексной трансформации экотопов в г. Донецке по районам исследования (см. табл.).

В случае отсутствия необходимого растительного материала в конкретном районе исследований ставили "-".

В данной серии экспериментов мы проверили наличие растений и возможность расчета индекса для каждого района отдельно по двум категориям экотопов: в селитебных зонах и в рудеральных полигонах (бытового и промышленного назначения при наличии сорно-рудеральных видов растений в них в 2019-2020 гг.) при анализе гербарного и натурального материала на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета и работы студенческого научного общества (СНО) биологического факультета ДонНУ.

Для всей территории г. Донецка были созданы картографические материалы по аккумуляции поверхностного стока, экспозиции склонов, вегетационных индексов, что позволяет наглядно проследить за многими процессами, важными для организации многоцелевых мониторинговых задач в городе и в регионе в целом. Преимуществами проведения и реализации экспертных разработок фитоиндикационного назначения являются многочисленные полезные качества растений, когда они рассматриваются в качестве элемента независимой оценки уровней, например, трансформации среды [13] по интегральным индексам механической нарушенности и токсического уровня в городе (регионе), а также, например, показателя концентрации пыльцевых агентов в период максимальной аллергизации населения, что позволяет выявить критические участки, основные места повышенного экологического напряжения. Такой подход обеспечивает рациональный менеджмент и может рассматриваться как элемент государственной экологической политики в Донбассе.

Таблица – Степень апробации и информативность используемых комбинаций признаков для разных фитоиндикационных критериев по комплексности в районах г. Донецка (с экотопической приуроченностью)

№ п/п	Район, экотоп	Апробированные критерии				
		1	2	3	4	5
1	г. Донецк (Куйбышевский район): селитебная зона, рудеральный полигон	++	+	++	+	+++
		-	+++	++	-	+++
2	г. Донецк (Калининский район): селитебная зона, рудеральный полигон	+	++	++	+	++
		+	+	++	+++	-
3	г. Донецк (Пролетарский район), селитебная зона, рудеральный полигон	+++	-	++	+++	++
		+	+	++	++	+
4	г. Донецк (Ворошиловский район): селитебная зона, рудеральный полигон	+++	+++	+++	+++	+++
		-	+	-	-	+++
5	г. Донецк (Киевский район), селитебная зона, рудеральный полигон	+	++	-	++	++
		+	++	+	+++	-
6	г. Донецк (Буденновский район): селитебная зона, рудеральный полигон	-	-	-	++	++
			+++	+	++	++
7	г. Донецк (Кировский район), селитебная зона, рудеральный полигон	-	-	-	+	+
		+++	-	+++	+++	-
8	г. Донецк (Ленинский район): селитебная зона, рудеральный полигон	+	+	++	+	+
		+	+	++	++	++
9	г. Донецк (Петровский район): селитебная зона, рудеральный полигон	+	+++	+	+++	+
		+	-	+	-	+

Апробация методик картографической визуализации проведена по следующим тематическим направлениям: 1) валентность видов, экологические пропорции регистрируемых межвидовых отношений, 2) микроклиматические ценопопуляционные эффекты динамики состояния показателей за 3-4 летний период наблюдений, 3) планирование хозяйственной муниципальной деятельности в локальных геостратегических примерах для целей зеленого строительства в ранжированном ряде преобразований прогностических моделей, 4) сравнение актуальных экологических данных в сукцессионных процессах регионального значения при многофакторном дисперсионном анализе, 5) проведение фитоколичественной (оценки качества с перерасчетными индексами) таким образом, чтобы приоритетная функция была выделена по экологическим параметрам.

Выбранные критерии экологической фитоэкспертизы города Донецка (тератологический, габитуальный, палинологический, гисто-эмбриологический и структурный по листовому аппарату растений-индикаторов) в сумме отражают специфику уровня трансформации экосистемы на локальном точечном уровне. С помощью картографического метода получена одноплоскостная визуальная модель сплошного распределения признака по всей территории фитомониторингового

эксперимента, на основании чего экотопы центральных районов г. Донецка ранжированы по пяти диапазонам (уровням) трансформации локальных геосистем. Выделены территории экологического бедствия, для которых характерны максимальные значения показателя структурной организации растений-индикаторов, что позволяет рассматривать полученную карту как обоснование для функционального зонирования отдельных участков города Донецка, а также как аргумент принятия решений в хозяйственной деятельности урбосреды мегаполиса.

Таким образом, в работе эмпирическим путем предложено несколько вариантов расчетных индексов трансформации экотопов по данным фитоиндикационного мониторинга для микрорайонов г. Донецка. Все районы охвачены экспериментом и для тех случаев, если необходимый растительный материал в конкретном районе не обнаружен, предложено использовать альтернативные комплексные показатели индексов трансформации экотопов. Такие заключения в дальнейшем предложено апробировать и на других административных единицах Донецкой Народной Республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bespalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
2. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
3. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
4. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
5. Сафонов А.И. Актуальные позиции индикаторных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 252–254.
6. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. № 2. – С. 219-221.
7. Сафонов А.И. Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 37-42.
8. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171-175.
9. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52–59.
10. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
11. Сафонов А. И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
12. Гермонова Е.А., Сафонов А.И. Визуализация микроклиматических изменений индикаторных признаков в локальных популяциях растений г. Донецка // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы междунар. научн.-практич. конф. (Воронеж, 3-5 октября 2019 г.). – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 2. – С. 39–40.

13. Зайцева Е.В. Картирование информации фитоиндикационного назначения а Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 56–60.

COMPLEX INDICATORS OF ECOTOPE TRANSFORMATION LEVEL IN DONETSK ACCORDING TO PHYTOMONITORING DATA

Annotation. The article proposes new calculated indices for assessing the ecotopes of a metropolis based on phytomonitoring data on the example of Donetsk. Phytoquantification of counting sites in different districts of the city was carried out according to complex indicators of the transformation of ecotopes.

Keywords: Donetsk, environmental monitoring, phytoindication, transformation indicator.

Zaitseva E.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 (477)

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ *CAPSELLA BURSA-PASTORIS* (L.) MEDIK. В ДОНБАССЕ

Иванова Д.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Установлена степень расхождения основных индикаторных признаков *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. на исследуемых экотопах с разным уровнем антропогенной (техногенной) нагрузки в Донбассе.
Ключевые слова: Донбасс, фитоиндикация, экологический мониторинг, *Capsella bursa-pastoris*.

Фитоиндикационные исследования в Донбассе имеют традиционную программу реализации в биологическом спектре научных работ ученых Донецкого национального университета [1–4]. Используя разные подходы в оценке качества экотопов с помощью растений [3, 5, 6] и выделяя структурные особенности растений-индикаторов [5, 7–9], разработчиками получены критерии качества экосистем на локальном уровне [4, 10–12]. Важно отметить, что это направление также является частью научных тем группы СНО кафедры ботаники и экологии ДонНУ [13].

Цель работы – установить степень расхождения основных индикаторных признаков *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. на исследуемых экотопах с разным уровнем антропогенной нагрузки.

Для достижения цели применяли биоиндикационные подходы и статистическая обработка результатов. Объект изучения – фитоиндикатор *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. Задачи работы: оценить степень морфологической изменчивости *C. bursa-pastoris*; анализ внешнего строения семян, собранных с контрольного экотопа; изучить степень различия цветовых тонов семян; определить тип и форму зародыша *C. bursa-pastoris* – контрольные образцы; анализ тератоморфности плодов; провести первичную статистическую обработку полученных данных; определить нормированное отклонение индикаторных признаков; установить соотношение основных типов розеточных листьев; апробация фитоиндикационных подходов в оценке экологического состояния исследуемой территории: фолиологический аспект (полиморфизм прикорневых

листьев); тератологический аспект (изменение формы плодов); карполого-эмбриологический аспект (особенности семян и зародыша); анализ блоков индикаторных признаков с учетом контрольных показателей для возможности составления индикаторной экологической шкалы.

Систематическое положение *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

Царство: Растения (*Plantae*)

Отдел: Магнолиофиты (*Magnoliophyta*) или Покрытосеменные (*Anthophyta*)

Класс: МагнолиоПСиды (*Magnoliopsida*) или Двудольные (*Dicotyledones*)

Подкласс: Дилленииды (*Dilleniidae*)

Надпорядок: Диллениевые (*Dilleniaceae*)

Порядок: Каперсовые (*Capparales*)

Семейство: Капустные (*Brassicaceae*)

Род: Пастушья сумка или Сумочник (*Capsella* (L.))

Вид: Пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.).

В результате исследования было отмечено, что зародыш данного вида имеет следующие характеристики: прямая форма, вид – *incumbentimus* (спинокорешковый), поскольку корень лежит на семядолях и касается одной из дорсальной поверхности семядоли. Для семян *C. bursa-pastoris* контрольного участка характерны следующие цветовые оттенки: ультра-охро-золотистый, темно-охро-золотистый – *ochro-aurantiacus*. Относятся к категории L. Семена с экотопа №10 относятся к категории H, цветовой тон – ультра-померанцевый (*hesperidius*). Единственным сходством в сравнении цветовых тонов является лишь степень насыщенности яркости и светлоты оттенка – это «ультра» (100%). При изучении внешней формы семян *C. bursa-pastoris* с помощью светового микроскопа (измерения выполнены при одинаковом увеличении) было отмечено следующее: семена с контрольной точки на поверхности имеют более выраженные шипики (является одной из характеристик представителей семейства *Brassicaceae*). На образцах с исследуемого участка №10 шипики отсутствуют или выражены слабо.

Нами были собраны тератоморфные плоды *C. bursa-pastoris*, то есть те, которые имеют аномальное строение. Определены 2 вида тератоморф – фасциация (срастание) плодоножек и трехгранный стручок, вместо типичного двухгранного. Наиболее часто такие плоды встречались на территории экотопа №1 (Донецкий металлургический завод), №3, №4 (Енакиевский металлургический завод), №7 (завод химических реактивов), №10 (шахта им. Калинина). Эти исследуемые участки обладают высоким уровнем токсической нагрузки.

Такая изменчивость плодов на данных мониторинговых участках свидетельствует о том, что индикаторный признак является очень чувствительным к действию факторов среды. Чем больше уровень токсической нагрузки на растение, тем сильнее варьирует данный морфологический параметр.

Анализ изменчивости морфологических признаков *Capsella bursa-pastoris* в условиях промышленной среды (табл. 1) позволяет выделить тератоморфы плодов растения как перспективных фитоиндикаторов антропогенного загрязнения экотопов.

Таблица 1 – Морфометрические индикаторные параметры *C. bursa-pastoris*

Экотоп № 1	Признаки *							
	A	C	E	F	G	R	S	T
1	15	27,3	13	45	2,4	43,8	9,5	0,8
2	8	14,3	13	37	1,5	38,1	9,8	0,9
3	14	19,2	12	43	1,9	40,1	13,5	0,7
4	16	16	15	74	2,1	35,5	11,3	0,8
5	15	13,1	4	29	2,5	24,6	5,2	1,2
6	13	14,6	15	62	1,5	31,2	16,3	0,8

7	10	10,7	9	80	1,8	32,25	11,2	0,9
8	13	13,6	13	82	1,8	40,3	17,7	0,7
9	17	9,3	11	67	2,1	26	7,2	0,9
10	12	10,9	8	56	1,8	22,8	7,5	0,9
11	11	18,1	12	65	2,6	27,2	15,1	0,7

*А – количество листьев в прикорневой розетке (шт.); С – диаметр прикорневой розетки (см); Е – количество плодов на 10 см оси растения (шт.); F – угол отклонения плодоножки (°); G – длина плодоножки (см); R – высота растения (см); S – длина соцветия (см); Т – длина цветущей части соцветия (щиток из цветков и бутонов на верхушке побега) (см).

В таблицах 2-3 представлены показатели среднего арифметического значения и ошибки репрезентативности морфологических показателей *C. bursa-pastoris* на исследуемых экотопах Донбасса.

Таблица 2 – Показатели среднего арифметического значения морфологических индикаторных параметров *C. bursa-pastoris*

Эко-Топы	Признаки*							
	А	С	Е	F	G	R	S	Т
№1	13,2±0,53	16,25±0,99	11,97±0,60	68±2,86	1,95±0,06	35,26±1,29	14,31±0,91	1,14±0,03
№2	14,46±0,75	15,41±0,63	16,2±0,62	66±2,12	1,77±0,06	31,67±0,95	16,1±0,77	0,88±0,04
№3	11,23±0,44	19,37±0,77	14,83±0,55	62±2,35	2,29±0,05	33,73±0,67	14,12±0,41	0,73±0,03
№4	12,03±0,28	16,64±0,74	16,7±0,53	67±1,63	1,73±0,03	39,05±1,04	16,53±0,55	0,61±0,02
№5	16,43±0,49	13,41±0,18	26,43±0,65	66±0,80	1,71±0,01	37,62±0,56	18,96±0,52	0,63±0,01
№6	17,53±0,43	15,55±0,26	29,36±0,51	66±1,18	1,72±0,01	40,24±0,39	18,63±0,23	0,69±0,03
№7	13,34±0,41	16,4±0,29	15,2±0,49	65±1,18	1,76±0,03	38,97±0,46	18,44±0,33	0,67±0,02
№8	15,34±0,34	14,29±0,31	22,56±0,38	64±0,78	1,83±0,02	31,46±0,43	15,46±0,30	0,68±0,01
№9	14,56±0,43	14,94±0,28	22,1±0,41	65±0,93	1,66±0,02	29,09±0,32	16,65±0,17	0,64±0,02
№10	13,83±0,52	18,38±0,32	14,06±0,58	62±1,15	1,86±0,02	29,45±0,35	16,63±0,15	0,9±0,001

*А – количество листьев в прикорневой розетке (шт.); С – диаметр прикорневой розетки (см); Е – количество плодов на 10 см оси растения (шт.); F – угол отклонения плодоножки (°); G – длина плодоножки (см); R – высота растения (см); S – длина соцветия (см); Т – длина цветущей части соцветия (щиток из цветков и бутонов на верхушке побега) (см).

Таблица 3 – Показатели ошибки репрезентативности морфометрических индикаторных признаков *C. bursa-pastoris*

Экотопы	Признаки*							
	А	С	Е	F	G	R	S	Т
№1	0,52	0,97	0,59	2,81	0,06	1,27	0,89	0,31
№2	0,73	0,62	0,61	2,08	0,05	0,93	0,75	0,04
№3	0,44	0,76	0,54	2,31	0,05	0,65	0,40	0,03
№4	0,28	0,73	0,52	1,60	0,03	1,03	0,54	0,02
№5	0,48	0,18	0,64	0,79	0,01	0,55	0,51	0,01
№6	0,43	0,26	0,50	1,16	0,01	0,38	0,23	0,03
№7	0,41	0,28	0,48	1,16	0,03	0,45	0,32	0,02
№8	0,33	0,30	0,37	0,76	0,02	0,42	0,29	0,01
№9	0,28	0,28	0,40	0,91	0,02	0,32	0,17	0,02
№10	0,51	0,32	0,57	1,13	0,02	0,35	0,14	0,03

*А – количество листьев в прикорневой розетке (шт.); С – диаметр прикорневой розетки (см); Е – количество плодов на 10 см оси растения (шт.); F – угол отклонения плодоножки (°); G – длина плодоножки (см); R – высота растения (см); S – длина соцветия

(см); Т – длина цветущей части соцветия (щиток из цветков и бутонов на верхушке побега) (см).

Наиболее характерны отклонения признака А для исследуемых экотопов № 1 и № 10. Значительная величина отклонения высоты растения от генеральной совокупности определена для экспериментальных участков №1 и №4. На экспериментах с фитоиндикатором было определено, что в неблагоприятных условиях увеличивается размах вариации индикаторных морфологических признаков исследуемых растений. Проведен эксперимент с использованием морфологических качественных и количественных индикаторных признаков *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. для сравнения степени антропогенной нагрузки. Получены следующие результаты: частота встречаемости и проявлений полиморфизма листовых пластинок характерна практически для всех экспериментальных экотопов; зафиксированы случаи гигантизма *C. bursa-pastoris* в мониторинговых точках №3, №4 и №7 (завода химических реактивов, г. Донецк); частные случаи тератоморфизма плодов (фасциации и трехгранный стручочек) отмечены для участков №1, №3, №4, №7, №10 – с высоким уровнем токсической нагрузки; отмечены различия в окраске и морфологическом строении семян, собранных с экотопа №10. Все изучаемые индикаторные признаки были распределены на блоки – филологический, карпологический и общий морфологический. Каждый диагностический блок включает совокупность признаков и определенное количество баллов для оценки условий произрастания фитоиндикатора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bespalova S.V., Goretsky O.S., Safonov A.I. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
3. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
4. Сафонов А.И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31-36.
5. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.
6. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
7. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16.
8. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. – С. 288–293.
9. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
10. Сафонов А. И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171-175.
11. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52–59.
12. Bespalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.

13. Пчеленко О.В. Структурный адаптациогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.

PHENOTYPICAL INDICATION WITH *CAPSELLA BURSA-PASTORIS* (L.) MEDIK. IN DONBASS

Annotation. The degree of divergence of the main indicator signs of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik was determined. on the studied ecotopes with different levels of anthropogenic (technogenic) pressure in Donbass.

Keywords: Donbass, phytoindication, environmental monitoring, *Capsella bursa-pastoris*.

Ivanova D.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.91 : 574.5

ИНВАЗИОННЫЕ ПЛАНКТОННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ДОНБАССА

Касько А.А.

*Научный руководитель: Мирненко Э.И. ст. преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. На основании анализа литературных данных и материалов собственных исследований фитопланктона водохранилищ Донбасса представлены сведения о выявлении некоторых чужеродных видов планктонных организмов в водоёмах Донецкого региона.

Ключевые слова: фитопланктон, альгофлора, инвазионные виды, инвазии, водохранилища.

С конца XX-ого столетия процесс расселения водных организмов начинает стремительно прогрессировать за пределы их исторических ареалов в нехарактерные для них ранее среды обитания, что приводит к существенному увеличению количества инвазийных планктонных водорослей в водах водохранилищ (Haugy, Pattee, 1997) [1].

Инвазионные виды – это виды фитопланктонных организмов, которые активно развиваются в новых освоенных средах обитания. Это вызывает пристраивание структуры аборигенных сообществ, что в свою очередь создаёт предпосылки для структурно-функциональных трансформаций на всех последующих трофических уровнях и для изменений фенологических закономерностей. Некоторые инвазионные виды (далее виды вселенцы), вызывающие «цветение» воды, являются потенциально токсичными, что приводит к серьезным экологическим проблемам, а именно к гибели гидробионтов, ингибированию роста зоопланктона, интоксикации живых организмов [1-7].

Одни из инвазийных видов пока только регистрируются специалистами, другие – активно натурализуются, достигая массового развития в различных водоёмах. Так, среди основных инвазийных видов выделяют, прежде всего, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.), *Anabaena bergii* (Ostenfeld) и *Sphaerospermum aphanizomenoides* (Forti). Данные представители цианопрокариот характеризуются интенсивным развитием и потенциально могут вызывать «цветение» воды. Некоторые же виды-вселенцы были только лишь недавно зарегистрированы на нехарактерных для них территориях (*Talassiosira lacustris* Grunow., *Thalassiosira faurii* Hasle., *Cyclotella ambigua* Grunow, *Amphora coffeaeformis* Kütz., *Chaetoceros muelleri* Lemm) [1, 8].

Для оценки возможных экологических угроз необходимо проанализировать основные виды планктонных водорослей, что к настоящему времени начинают широко осваивать новые территории.

Цель работы – определить инвазионные виды фитопланктона в водохранилищах Донбасса.

Материалом для исследований послужили отобранные пробы фитопланктона в Зуевском, Нижнекальмиусском и Старобешевском водохранилищах (2019-2020 г).

Видовое определение фитопланктона осуществлялось в лаборатории гидробиологии кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета, по определителю Горбуновой Н. П. [9]. Для осуществления исследований были использованы таблицы Бариновой С.С., Медведевой Л. А., Анисимовой об индикаторных свойствах водорослей-индикаторов [10].

Водоохранилища Донбасса относятся к Среднесиверскодонецкому альгофлористическому округу. Данный округ занимает восточную часть Днепровско-Причерноморской альгофлористической подпровинции, которая расположена в основном на территории Донецкого Кряжа (Древняя складчатая возвышенность) [11].

Новые виды проникают в водохранилища преимущественно из водоемов бассейна Северного Донца, а также его притоков (Бахмут, Лугань и др.) [11, 12].

На сегодняшний день более 50 видов фитопланктона относят к инвазийным, преимущественно это представители диатомовых (*Bacillariophyta*), синезеленых (*Cyanophyta*), и золотистых (*Chrysophyta*) водорослей, несколько реже – динофитовых (*Dinophyta*), рафидофитовых (*Raphidophyta*) и зеленых (*Chlorophyta*) [1, 8].

В водохранилищах Донбасса установлено наличие 124 видов, относящихся к 7 отделам, 13 классам, 17 порядкам, 34 семействам, 59 родам [13]. Таксономическая структура альгофлоры водохранилищ представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономическая структура альгофлоры водохранилищ.

Отдел	Число				
	Классов	Порядков	Семейств	Родов	Видов
<i>Bacillariophyta</i>	2	4	10	27	67
<i>Cyanophyta</i>	1	1	5	6	14
<i>Chlorophyta</i>	4	5	11	17	28
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	2	5
<i>Chrysophyta</i>	2	3	3	3	4
<i>Xanthophyta</i>	1	1	2	2	4
<i>Dinophyta</i>	2	2	2	2	2
Итого	13	17	34	59	124

Наибольшее видовое разнообразие альгофлоры водохранилищ было идентифицировано для отдела *Bacillariophyta* – 67 видов (53,4% от общего числа видов фитопланктона), принадлежащих 27 родам (48,3% от общего числа родов) и 10 семействам. На втором месте по количеству видов установлен отдел *Chlorophyta*, представленный 28 видовыми таксонами (23,3% от общего числа видов), принадлежащих 17 родам (29,3% от общего числа родов) и 11 семействам. Синезелёные (*Cyanophyta*) были представлены 14 видовыми таксонами (12,2% от общего числа видов), принадлежащими 6 родам (10,3 % от общего числа родов) и 5 семействам. Четвёртое место принадлежало отделу *Euglenophyta* (4,3% от общего числа видов) из 2 родов (3,4 % от общего числа родов) и 1 семейству. Наименее многочисленными были представители отделов *Chrysophyta* - 4 видовых таксона, принадлежащих к трём семействам и *Xanthophyta* – 4 видовых таксона, принадлежащих к двум семействам. Кроме того, были идентифицированы представители отдела *Dinophyta* – 2 видовых

таксона, принадлежащих к двум семействам. Таким образом, альгофлора водохранилищ Донбасса в целом носит диатомово-протококковый характер.

Основу видового богатства фитопланктона водохранилищ составляют следующие представители: *Scenedesmus quadricauda* (Turp.Breb), *Cymbella affinis* (Ehr.), *Navicula cryptocephala* (Kutz), *Diatoma vulgare* (Bory), *Oocystis lacustris* (Chod), *Chlorella vulgaris* (Beiyer.), *Oscillatoria rubescens* (D.C.Gom). Были выделены наиболее редко встречающиеся виды: *Trachelomas planctonica* (Swir.), *Dinoflagellates cysts* (J.S.Miller), *Alexandrium affine* (H.Inow, Y.Fuhuyo), *Skeletonema potamos* (C.I.Weber Hasle), *Trachelomas planctonica* (Swir.).

На основании проведённого альгологического исследования альгофлоры водохранилищ были выявлены виды-вселенцы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Инвазионные виды фитопланктона водохранилищ Донбасса.

Отдел	Вид	Место локализации
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Thalassiosira lacustris</i>	Старобешевское водохранилище
<i>Bacillariophyta</i>	<i>Amphora coffeaeformis</i>	Зуевское водохранилище
<i>Chrysophyta</i>	<i>Skeletonema potamos</i> C.I.Weber Hasle	Нижнекальмиусское водохранилище

Преимущественно обнаруженные инвазионные виды относятся к отделу *Bacillariophyta*, из них *Amphora coffeaeformis* развиваются наиболее активно в водохранилищах и участвуют в образовании альгофлоры.

Наиболее массовый вид донных диатомовых – *Amphora coffeaeformis*, относится к классу *Bacillariophyceae*, порядку *Thalassiosiphysales*, семейству *Catenulaceae*. Является обитателем морских солоноватых и пресных водоёмов. Панцирь без вставочных ободков, с пояса эллиптический с тупо закругленными концами. Створки полулунные с более широкой брюшной частью створки. Штрихи на спинной части створки радиальные, пересекающиеся продольной линией, удаленные от шва. На брюшной части створки штрихи короткие, радиальные, пересеченные узкой бесструктурной полоской. В длину размеры вида колеблются в пределах 40–125 мкм, а в ширину – 5–15 мкм. Данный вид индифферентен и обитает в широком диапазоне солености, является галофильным.

Thalassiosira lacustris – пресноводно-солоноватоводный, эвригалинный вид, широко распространённый в прибрежном планктоне Северного, Балтийского, Чёрного, Аральского морей и пресных континентальных водоёмах Австралии, США, Канады, Франции и Венгрии. Вид относится к классу *Ceuthophyceae*, порядку *Discoiales*, семейству *Coscinodiscaceae*. Представители рода *Thalassiosira* являются одними из основных компонентов морского фитопланктона.

Клетки вида соединяются в рыхлые цепочки студенистой нитью, отходящей от центра створки, живут колониями. Панцирь дисковидный, имеющий воротничковые вставочные ободки. Створки круглые, с очень нежными радиальными пунктирными штрихами, соединенные в пучки. По краю створки имеются многочисленные мелкие шипики и одна непарная щетинка. Хроматофоры в виде многочисленных мелких пластинок. Диаметр створок варьируется в пределах 50–60 мкм, и лишь некоторые исследователи указывают диаметр створки до 75 мкм (Klee, Steinberg, 1987; Kobayasi et al., 2006).

По отношению к минерализации вод *Thalassiosira lacustris* является галофильным видом, обитающего в условиях высокой солёности и способного поддерживать относительно постоянную концентрацию осмотически активных веществ в организме с помощью осморегуляции.

Единственным видом-вселенцем из отдела *Chrysophyta* был выявлен – *Skeletonema potamos*, широко распространённый в различных внутренних водоёмах, и встречающийся в широком диапазоне солёности. Вид относится к классу *Coccolithophyceae*, порядку *Thalassiosirales*, семейству *Skeletonemataceae*.

Данный вид имеет цилиндрическую форму с кремнеземной створкой. Створки в виде рундиста соединены в две короткие цепочки, разделяющиеся распорными отростками. В каждой клетке находится 1-2 париетальных хлоропласта. Длина стоячих отростков может варьироваться в зависимости от солёности. Так, при солёности равной нулю отростки чрезвычайно короткие, а при солёности 7,28 ‰ – более длинные. Размеры вида составляют 2-61 мкм в длину и 2-21 мкм в ширину.

По функциональной классификации фитопланктона *Skeletonema potamos* относят к группе диатомеи, предпочитающие мелководные, мутные водоёмы, в том числе водохранилища, чувствительные к снижению содержания биогенных веществ. Описанный вид выступает в качестве индикатора для α - β -мезосапробной зоны, характеризующейся наличием в воде слабоокисленных азотистых соединений, таких как: аммиак, амидокислоты, аминокислоты.

Пути экспансии фитопланктона в различных регионах могут отличаться. В работах Дзюбан (1962) и Приймаченко (1973) описываются два потока расселения представителей водной флоры. Так, авторы утверждают, что миграция видов происходит с севера на юг (*Gonyostomum semen* Ehr.) и с юга на север (*Talassiosira lacustris*). В их распространении большая роль принадлежит речным системам [8, 14].

Современные научные исследования утверждают, что быстро развивающиеся трансформации водных экосистем возникают в результате повышения температуры, минерализации, цветности и трофии пресных вод. Данные причины обусловлены естественными климатическими факторами и антропогенным воздействием. Последние, могут стать значительным толчком для миграции видов, так как они более адаптированные к быстро меняющимся условиям среды [1, 8].

В результате, приобретает большую важность получение наиболее достоверных сведений о появлении инвазийных видов, для этого стоит организовывать длительные наблюдения, включающие в себя экологический и флористический мониторинг [14, 15].

Таким образом, на стремительное развитие процесса инвазии планктонных водорослей в значительной степени влияет повышенная антропогенная загруженность водоёмов. Преобразование гидрографических сетей и наземных ландшафтов способствует уничтожению естественных географических и экологических барьеров. Наряду с антропогенными причинами биологических инвазий естественное распространение водных микроорганизмов, в том числе и планктонных водорослей, может осуществляться за счет миграций животных и перемещения воздушных потоков.

Наиболее активное расселение наблюдается морских и солоновато-водных видов в пресные водоёмы, что может быть связано с широким спектром приспособлений, которые выработались в ходе процесса формирования альгофлоры.

В водохранилищах Донбасса установлено наличие 124 видов и внутривидовых таксонов фитопланктона. При анализе альгофлоры было выявлено, что наибольшим биоразнообразием характеризуется отдел *Bacillariophyta* (67 видов или 53,4% от общего состава альгофлоры), субдоминантом выступает отдел *Chlorophyta* (28 видов или 23,3% от общего состава альгофлоры). Альгофлора водохранилищ представлена диатомово – протококковым комплексом из родов *Diatoma*, *Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*.

Установлено, что в водохранилищах Донбасса встречаются виды-вселенцы фитопланктона, относящиеся к отделу *Bacillariophyta* и *Chrysophyta*. Данные виды

характеризуются высокой экологической пластичностью, что дает предпосылки для массового развития фитопланктона в водоемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнева Л. Г. Инвазии чужеродных видов планктонных водорослей в пресных водах Голарктики // Российский Журнал Биологических Инвазий. – Борок. – 2014. – № 1. – С. 9-37.
2. Мирненко Э.И. Видовой состав фитопланктона прудов г. Донецка // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. докл. XI Междунар. конф. ЮФУ, ДонНТУ. – 2017. – С. 318-320.
3. Мирненко Э. И. Виды *Chlorococcales* Marchand Нижнекальмиусского водохранилища Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 25-32.
4. Мирненко Э. И. Гидрохимический режим прудов Старобешевского района // Вестн. Донецкого нац. ун-та. Сер. А: Естеств. науки. – 2019. – № 1. – С. 115–121.
5. Мирненко Э.И. Особенности биоиндикаторов состояния водной среды // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – 2020. – С. 166-169.
6. Мирненко Э. И., Касько А. А. Оценка состояния водохранилищ Донбасса по показателям степени сапробности // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 12-17.
7. Мирненко Э. И., Макуха А. О. Фитопланктон как показатель экологического состояния прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 44-50
8. Дзюбан Н.А. Водоохранилища как зоогеографический // Тр. зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохоз. использования внутр. (пресноводных) водоемов южной зоны СССР. – Кишинев. – 1962. – С. 105–110.
9. Горбунова Н. П. Алькология: учеб. пособие для вузов по спец. «Ботаника». – М.: Высш.шк. – 1991. – 256 с.
10. Анисимова О. В., Барина О. В., Медведева Л. А. Экологические и географические характеристики водорослей – индикаторов // Водоросли – индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М.: ВНИИприроды. – 2000. – С. 60-150.
11. Паламарь-Мордвинцева Г. М., Царенко П. М. Альгофлористическое районирование Украины // Алькология. – 2015. – № 4. – С. 355-395.
12. Лялюк Н. М., Омеляненко М. Ю. Видовое разнообразие водорослей планктона прудов г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: ДонНУ. – 2010. – № 1 (10). – С. 74-78.
13. Касько А. А., Мирненко Э. И. Влияние антропогенного загрязнения на формирование сообществ фитопланктона в водохранилищах Донбасса // ДонНУ: Вестник СНО. – Донецк. – 2020. – Т. 1 вып. 12. – С. 68-73.
14. Приймаченко А. Д. Роль водохранилищ в географическом распространении планктонных водорослей // Гидробиологический журнал. – Новосибирск. – 1973. – Т. 9. № 5. – С. 57–61.
15. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1-2. – С. 6-12.

INVASIVE PLANKTONIAN ALGAE IN DONBASS RESERVOIRS

Annotation. Based on the analysis of literature data and materials of our own studies of phytoplankton in reservoirs of Donbass, information is presented on the identification of some alien species of planktonic organisms in water bodies of the Donetsk region.

Keywords: phytoplankton, algaeflora, invasive species, invasions, reservoirs.

Kasko A.A.

Scientific adviser: Mirnenko E.I. Senior Lecturer, Department of Botany and Ecology.

Donetsk National University

E-mail: anastasiakasko1606@gmail.com

УДК 331.5-053.6

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У 19-20-ЛЕТНИХ ЖЕНЩИН

Кисиленко И.А., Кулик А.М.

Научный руководитель: Кочура Д.А. к.б.н.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Аннотация. В результате исследований установлено, что наиболее существенные сдвиги в состоянии кислородно-транспортной системы студенток наблюдаются при непрерывной работе мощностью 100 Вт на уровне 34,0% максимального потребления кислорода. Подобные трансформации свидетельствуют о снижении эффективности механизмов поддержания кислородного обеспечения.

Ключевые слова: вегетативная реактивность, кардиореспираторная система, физические нагрузки.

В различных условиях среды обитания системы нейрогуморальной регуляции дыхания и кровообращения функционируют в тесном взаимодействии как единая кардиореспираторная система. Четко это проявляется при интенсивной физической нагрузке в условиях гипоксии. Цель исследований заключается в определении особенностей вегетативной регуляции функционального состояния механизмов аэробного энергообеспечения у студенток 19-20 лет. Решали следующие задачи: 1. Оценивали функциональное состояние кардио-респираторной системы в базальных условиях. 2. Определяли особенности стресс-реакции кардио-респираторной системы на мышечные нагрузки различной мощности и длительности.

С целью решения поставленных задач проведены исследования с привлечением 70 студенток в возрасте 19-20 лет. У них, посредством функциональных проб регистрировали показатели состояния кардио-респираторной системы, нервной регуляции и устойчивости к гипоксии. Пульс и артериальное давление измеряли с помощью тонометра. На основании эмпирических данных рассчитывали пульсовое (ПД) и среднединамическое (СрД) давление, ударный объем сердца (УОС) и минутный объем крови (МОК). Энергетический потенциал системы кровообращения оценивали по индексу Робинсона и величине адаптационного потенциала (АП), а также пробы Руфье. Участие симпатического и парасимпатического отделов нервной системы в регуляции кровообращения определяли по значениям вегетативного индекса Кердо (ВиК) и коэффициента эффективности кровообращения (КЭК). Устойчивость организма женщин к гипоксии определяли с помощью проб с задержкой дыхания на вдохе и выдохе. Пробы использовали в двух вариантах: без гипервентиляции и после нее.

Параметры внешнего дыхания регистрировались на спирографе типа «Метатест». По спирограмме определяли частоту дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), потребление кислорода, жизненную емкость легких (ЖЕЛ), и максимальную вентиляцию легких (МВЛ) за 15 секунд. На основании значений частоты дыхания и дыхательного объема рассчитывали минутный объем дыхания (МОД). Коэффициент использования кислорода рассчитывали, как отношение минутного объема дыхания к потреблению кислорода. Для оценки эффективности транспорта кислорода рассчитывали значение кислородного пульса. Эмпирические данные регистрировались как в базальных условиях, так и при мышечных нагрузках различной модальности, мощности и длительности. В частности, в качестве функциональных проб использовали пробу Руфье, велоэргометрическую пробу мощностью 100Вт. Фактический материал обработан с использованием пакета программ «Statistika».

Функциональное состояние системы кровообращения и дыхания у женщин в

базальных условиях. В плане решения первой задачи были изучены в состоянии покоя показатели частоты ЧСС, артериального давления, УОС, МОК, а также КЭК. Резервные возможности определяли по индексам Робинсона, Руфье и адаптационному потенциалу. Об участии вегетативной нервной системы в регуляции кровообращения судили по значениям вегетативного индекса Кердо. Исходя из таблицы 1, для обследуемых нами студенток характерно некоторая тенденция к тахикардии в состоянии относительного покоя. Параметры артериального, пульсового, среднединамического давления находятся в пределах возрастных норм. Величины ударного объема сердца и минутного объема крови свидетельствуют о низкой экономичности и не достаточной эффективности аппарата кровообращения в базальных условиях [1].

Таблица 1 – Функциональное состояние системы кровообращения в состоянии покоя и под влиянием одноминутной велоэргометрической пробы

Показатели	До работы	После работы
АД сист, мм рт. ст.	111,8 ± 2,10	136,0 ± 2,60*
АД диаст, мм рт. ст.	71,2 ± 1,20	74,2 ± 2,25
ЧСС, уд/мин	79,5 ± 1,70	139,5 ± 3,20*
ПД, мм рт. ст.	39,4 ± 1,70	60,5 ± 2,86*
СрД, мм рт. ст.	91,5 ± 1,40	105,5 ± 2,04*
УОС, мл	63,5 ± 1,60	73,0 ± 2,20*
МОК, л/мин	5,3 ± 0,20	9,9 ± 0,50*
КЭК, ед.	3464,6 ± 249,10	6685,5 ± 208,20*
ДП, ед.	109,1 ± 2,10	172,7 ± 2,40*
АП, ед.	29,9 ± 3,90	36,5 ± 3,40
ВиК, ед.	8,3 ± 2,00	46,2 ± 1,90*

*Здесь и далее жирным выделены достоверные отличия на уровне значимости не менее $p \leq 0,05$

Судя по значениям вегетативного индекса Кердо (ВиК) и коэффициенту экономичности кровообращения (КЭК), для нервной регуляции системы кровообращения характерно заметное доминирование симпатической регуляции. Такое доминирование характерно для молодых нетренированных женщин [2, 3]. Для респираторной функции обследуемых студенток характерно некоторое напряжение дыхательной системы (табл. 2).

Таблица 2 – Функциональное состояние респираторной системы студенток в покое и под влиянием одноминутной велоэргометрической пробы

Показатели	До нагрузки	После нагрузки
ЧД, цикл/мин	16,9 ± 1,60	24,1 ± 1,60*
ДО, л	1,09 ± 0,10	1,13 ± 0,08
МОД, л/мин	18,4 ± 1,60	28,2 ± 3,20*
МВЛ за 15 с, л	16,5 ± 1,00	17,3 ± 2,10

В частности, в базальных условиях у студенток прослеживается существенное (на 41%) увеличение частоты дыхания. Дыхательный объем повышен на 178%, в то время как показатель жизненной емкости легких наоборот понижен на 28,5% в сравнении с литературными данными [3, 4]. Увеличенный на 152,3% минутный объем дыхания очевидно объясняется повышенными значениями частоты дыхания и дыхательного объема, что может являться следствием стрессовой реакции студенток на непривычные условия исследования [5]. Значение максимальной вентиляции легких у студенток оказалось на 13,2% ниже нормы. Следовательно, для них характерны пониженные функциональные возможности аппарата внешнего дыхания.

Характер и уровни внутри- и межсистемных связей, равно как и абсолютные значения показателей кардиогемодинамики и дыхания свидетельствуют о существенном напряжении этих систем у студенток в состоянии покоя. Это снижает резервный потенциал этих систем при возмущающих воздействиях различной физиологической природы, в том числе мышечных нагрузок различной мощности, модальности и длительности [6]. В состоянии покоя у тренированных девушек морфофункциональные системы дыхания и кровообращения работают относительно автономно, их интеграция усиливается при воздействии различных стрессоров [6].

Особенности стресс-реакции кислородно-транспортной системы студенток на мышечные нагрузки различной модальности, мощности и длительности. Данные, характеризующее функциональное состояние кардиореспираторной системы в базальных условиях, не позволяют в полной мере раскрыть ее потенциал и резервные возможности [6, 7]. Несовершенство механизмов кардио-гемодинамики и нервной регуляции особенно четко проявляются при стандартных физических нагрузках, в частности при реализации пробы Руфье. Значение этого показателя ($13,8 \pm 1,60$) оценивается по соответствующей шкале как удовлетворительная реакция сердца на нагрузку [8]. Проба является малонагрузочной и кратковременной, поэтому малоприспособна для молодых здоровых женщин [3]. Подтверждением, является отсутствие значимых корреляций между значениями индекса Руфье и показателями экономичности кровообращения и регуляции (табл. 3).

Таблица 3 – Взаимосвязь показателей сердечно-сосудистой системы в базальных условиях

Показатели	Ад сис	Ад диас	ЧСС	ПД	СрД	УОС	МОК
Ад сис							
Ад диас	0,41						
ЧСС					0,32		0,56
ПД	0,76						
СрД	0,83	0,73	0,32	0,48			
УОС	0,29	-0,52		0,67			
МОК	0,36		0,56	0,58		0,29	
КЭК	0,45			0,58	0,32		0,76

Существенный прирост артериального систолического давления наряду с незначительным приростом диастолического и существенным увеличением частоты сердечных сокращений не соответствует нормотоническому типу реакции, которая предусматривает незначительное увеличение систолического одновременно со снижением диастолического давления [2]. В наших исследованиях ударный объем сердца увеличивается всего лишь на 15%, в то время как пульс на 75,5%.

Следовательно, минутный объем кровотока обеспечивается за счет существенного увеличения частоты сердечных сокращений, т.е. малоэффективно и нерационально. Реакцию гемоциркуляторных механизмов на нагрузку нельзя считать оптимальной. Подтверждением этого вывода является существенное увеличение индекса Робинсона (58,3%) и адаптационного потенциала, которые находятся в обратной зависимости от экономичности и эффективности кровообращения. Роль симпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции кровообращения резко возрастает (табл. 4).

Таблица 4 – Изменение параметров работы сердечно-сосудистой системы при одноминутной велоэргометрической нагрузке мощностью 100 Вт

Показатели	Прирост	
	Абсолютные значения	%
АД сист, мм рт. ст.	25,8	23,8
АД диаст, мм рт. ст.	4,0	5,6
ЧСС, уд/мин	60,0	75,5
ПД, мм рт. ст.	21,1	53,6
СрД, мм рт. ст.	14,0	15,3
УОС, мл	9,5	15,0
МОК, л/мин	4,6	86,8
КЭК, ед.	3221,1	93,3
ДП, ед	63,6	58,3
ВиК, ед	37,9	456,6

Изменения, зарегистрированные спустя одну минуту после работы, менее выражены в сравнении с работой мощностью 100 Вт (табл. 6). В среднем женщины выполняют эту нагрузку в течении $10,0 \pm 2,35$ минуты (табл. 6). Непрерывная работа на уровне 33,0 – 34,0% максимального потребления кислорода вызывает существенные изменения в механизмах обеспечения организма кислородом. Увеличение (137,0%) потребления кислорода обеспечивается за счет существенной интенсификации механизмов его потребления и транспорта.

Таблица 6 – Реакция кислородно-транспортной системы студенток на десятиминутную велоэргометрическую нагрузку

Показатели	Исходные значения показателей	Значения показателей в процессе работы	
		5 мин	10 мин
АД сист, мм рт. ст.	100,5 \pm 2,00	129,5 \pm 2,36*	119,5 \pm 2,3*
АД диаст, мм рт. ст.	59,2 \pm 1,60	52,4 \pm 3,45*	54,8 \pm 1,17*
ЧСС, уд/мин	75,0 \pm 2,70	166,5 \pm 2,60*	178,0 \pm 2,80*
УОС, мл	70,5 \pm 1,40	94,1 \pm 2,27*	85,8 \pm 2,07*
МОК, л/мин	5,34 \pm 0,19	15,5 \pm 0,87*	15,3 \pm 0,57*
ЧД, цикл/мин	16,0 \pm 0,98	24,0 \pm 1,54*	25,0 \pm 1,74*
ДО, мл	640,0 \pm 41,40	1208,0 \pm 64,75*	1184,0 \pm 63,5*
МОД, л/мин	10,6 \pm 0,77	28,1 \pm 2,20*	28,3 \pm 1,70*
V _{O₂} , мл	289,0 \pm 32,4	689,0 \pm 77,0*	684,0 \pm 52,0*
KuO ₂ , мл	30,2 \pm 4,19	26,6 \pm 3,35	25,5 \pm 2,65
V _{O₂} от МПК, %	14,0 \pm 1,54	34,4 \pm 3,85*	34,0 \pm 3,00*

Оптимальная реакция наблюдается со стороны аппарата внешнего дыхания. Интенсификация легочной вентиляции (165,0%) осуществляется в большей степени за счет увеличения дыхательного объема (89,0%) и в меньшей – за счет прироста частоты дыхания (50,0%). Следовательно, внутрисистемные рассогласования между механизмами кровообращения и дыхания отсутствуют. Однако, взаимосогласованность этих систем в плане транспорта и утилизации кислорода, в покое остается недостаточной. Это и детерминирует переход энергообеспечения мышечной работы от аэробных источников к смешанному механизму с существенным подключением гликолитического. У нетренированных женщин порог анаэробного обмена наступает при значениях пульса 140 - 150 уд/мин и колеблется в пределах 40 - 50% максимального потребления кислорода [3].

Подобные трансформации свидетельствуют о снижении эффективности механизмов поддержания должного уровня кровообращения, а следовательно, и

кислородного обеспечения. К окончанию пробы организм студенток работает преимущественно в режиме гликолитического энергообеспечения.

ВЫВОДЫ

1. Для кардио-респираторной системы студенток в состоянии покоя характерна некоторая тенденция к доминированию симпатической регуляции и тахикардии, низкая экономичность и эффективность сердечной деятельности в сочетании с интенсификацией механизмов потребления кислорода. Реакция организма студенток на одноминутную велоэргометрическую пробу мощностью 100 Вт не соответствует нормотоническому типу реакции.

2. Наиболее существенные сдвиги в кислородно-транспортной системе студенток наступают при непрерывной работе мощностью 100 Вт на уровне 34,0% максимального потребления кислорода. Подобные трансформации свидетельствуют о снижении эффективности механизмов поддержания кислородного обеспечения. К окончанию пробы организм студенток функционирует в режиме смешанного энергообеспечения с определенным участием гликолитических источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

8. Seals D., Stevenson E., Sones P. et al. Lack of age - associated elevations in 24h systolic and pulse pressures in women who exercise regularly // *American Journal of Physiology*. – 2008. – Vol. 277. – P. 947 – 955.
3. Кольчинская А.З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность. – К.: Наук, думка, 2011. – 208 с.
4. Кузнецова В.К., Аганезова Е.С., Яковлева Н.Г. и др. Методика поведения и унифицированная оценка результатов функционального исследования механических свойств аппарата вентиляции на основе спирографии: Пособие для врачей. – СПб: Наука, 2010. – 36 с.
2. Зильбер А.П. Респираторная медицина. - Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского ун-та, 2011. – 638 с.
5. Романенко В.А. Личностная тревожность – детерминанта антропофункционального статуса студенток // *Педаг., психол. та медико-біолог. пробл. фізич. вихов. і спорту*. – 2011. – № 11. – С.95–98.
7. Heannel R. G., Lemire F. Physical activity to prevent cardiovascular disease // *Can. Fam. Physician*. – 2011. – Vol. 48., №1. – P. 65–71.
1. Горшонтон П.Д. Механизмы развития стресс-реакции и адаптационное значение изменений в системе крови // *Нервные и эндокринные механизмы стрессе*. - Кишинев: Штимчуя, 2010. – с. 79–90.
6. Романенко В.А. Физиологические и методологические проблемы диагностики двигательных способностей человека в сфере физической культуры // *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: 36. наук. пр. / Під. ред. С. С Єрмакова – Харків:ХХПІ, 2011. – №2 – С.42–48.*

INDIVIDUAL FEATURES OF VEGETATIVE REACTIVITY TO PHYSICAL LOAD IN 19-20-YEAR-OLD WOMEN

Annotation. As a result of the research, it was found that the most significant changes in the state of the oxygen-transport system of female students are observed during continuous work with a power of 100 W at the level of 34.0% of the maximum oxygen consumption. Such transformations indicate a decrease in the efficiency of the mechanisms for maintaining oxygen supply.

Key words: autonomic reactivity, cardiorespiratory system, physical exercise.

Kisilenko I.A., Kulik A.M.

Scientific adviser: Kochura D.A. C.B.S.D.

"Donetsk National University"

E-mail: irinka.dn.15@gmail.com

УДК 628.35

ВЛИЯНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА И МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

Коняхин Е.И., Ляшова А.С.

*Научный руководитель: Лёгенький Ю.А. ст.пр.
ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет"*

Аннотация. В настоящей работе исследовано отдельное и совместное влияние сорбции двухвалентных ионов кобальта и постоянного магнитного поля на жизнеспособность дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, оцениваемую по доле живых клеток в популяции. Установлено, что действие постоянного поля с индукцией 0,2 Тл носит угнетающий характер. Так же установлено, что предварительная сорбция дрожжевыми клетками двухвалентных ионов кобальта приводит к усилению угнетающего действия постоянного магнитного поля. Полученные результаты могут быть использованы при разработке биосорбционных технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: *Saccharomyces cerevisiae*, биосорбция, магнитное поле

Вступление. Быстрое развитие различных отраслей промышленности, использующих водные ресурсы, требует совершенствования методов очистки сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами, которые несут угрозу окружающей среде. Во время работы промышленных объектов загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами происходит несколькими путями: вместе с промышленными стоками металлы поступают в водоемы, изменяя химический состав рек, морей, океанов, а также попадают в грунтовые воды [1 - 4]. Кобальт является одним из возможных загрязнителей, возникающих из радиоактивных отходов или из металлических рудников и нефтеперерабатывающих заводов [5]. Одним из перспективных биологических методов очистки сточных вод является биосорбция, в основе которой лежит способность микроорганизмов аккумулировать катионы различных металлов. Бактерии, грибки, дрожжи и водоросли могут извлекать тяжелые металлы и радионуклиды из водных растворов в значительных количествах [1]. Из литературных источников известно, что микроорганизмы обладают способностью к биосорбции клеточными стенками и аккумуляции металлов внутри клетки. [1]. К перспективным микроорганизмам для использования в качестве биосорбента относятся дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* [1-8]. Как известно в связи с высокой токсичностью ионов кобальта при его повышенных концентрациях задача его удаления из водных сред является одной из наиболее приоритетных [1].

Как указывается в работе [5] клетки *Saccharomyces cerevisiae* накапливают Co^{2+} посредством двух процессов. Первый процесс является быстрым и не зависит от метаболизма дрожжевых клеток. Этот механизм, предположительно, обусловлен связыванием катионов кобальта с поверхностью клетки. После быстрой стадии связывания ионов кобальта с поверхностью клеток следует более медленная стадия, на которой происходит зависящее от метаболизма прогрессивное поглощение относительно большого количества катионов кобальта. При этом установлено, что для каждого связанного иона кобальта в раствор выходят два иона K^{+} . Небольшие количества ионов Co^{2+} мгновенно связывались при добавлении сульфатов металлов к клеткам *Saccharomyces cerevisiae*. Это кажущееся поверхностное связывание не зависело от температуры в диапазоне от 5 до 25° С, доступности энергосберегающего субстрата или присутствия ингибитора энергетического взаимодействия.

В работе [6] исследовано влияние постоянного магнитного поля на сорбцию дрожжевыми клетками ионов кобальта как свободных, так и комплексонов

двухвалентных ионов кобальта. В работе [6] показано, что магнитное поле с величиной индукции $B = 0,03$ Т усиливает сорбцию ионов кобальта и их комплексонатов.

Известно, что как живые, так и мертвые клетки микроорганизмов способны извлекать металлы из растворов. Однако, для живых клеток параметры сорбции более высокие. Так как, зачастую, работа очистных комплексов с использованием микроорганизмов проходит при наличии технологических электромагнитных полей с уровнем интенсивности значительно превышающим естественные источники электромагнитного воздействия, следовательно, актуальны исследования, направленные на решение вопросов о сохранении жизнеспособности и физиологической активности дрожжевых клеток в процессах биосорбции ионов тяжелых металлов при воздействии электромагнитных полей.

Целью данной работы было экспериментальное исследование влияния сорбции двухвалентных ионов кобальта и постоянного магнитного поля средней напряженности на жизнеспособность дрожжевых клеток.

Основная часть. Объектами исследования являлись дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. В работе использовались чистые культуры штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, производителя: ООО «Фарсис», ГОСТ Р 54845-2011.

Влияние сорбции двухвалентных ионов кобальта на жизнеспособность клеток исследовали после экспозиции дрожжевых клеток в модельных растворах $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, проводимом при постоянном перемешивании с частотой 28 оборотов в минуту с заданным временем сорбции. Концентрация ионов кобальта в модельных растворах в настоящем исследовании изменялась в диапазоне от 0,01 до 0,04 М с шагом 0,01 М. Время сорбции изменяли в диапазоне от 30 до 120 минут с шагом 30 минут.

Влияние постоянного магнитного поля (ПМП) на жизнеспособность дрожжевых клеток исследовали после экспозиции их суспензий в магнитной системе при индукции магнитного поля $B=0,2$ Тл и времени экспозиции 20 минут.

Изучение совместного влияния сорбции ионов кобальта 2х валентного и постоянного магнитного поля на клетки дрожжей проходило в несколько этапов:

1. Оценка жизнеспособности исходных популяций нативных клеток.
2. Оценка жизнеспособности дрожжевых клеток после их экспозиции, в постоянном магнитном поле, в течении 20 мин.
3. Оценка жизнеспособности популяций дрожжевых клеток после их экспозиции в модельном растворе двухвалентных ионов кобальта с концентрацией 0,04 М в течении 60 минут.
4. Экспозиция клеток в постоянном магнитном поле в течении 20 минут после их 60-ти минутной экспозиции в растворе двухвалентных ионов кобальта.
5. Оценка жизнеспособности популяции дрожжевых клеток после такого совместного воздействия двухвалентных ионов кобальта и постоянного магнитного поля.

Для оценки жизнеспособности исследуемых дрожжевых популяций использовали количественный микроскопический метод дифференцированного окрашивания водным раствором метиленового синего в камере Горяева.

Для приготовления исходных суспензий, используемых в настоящей работе для исследований, взвешивали навеску 1 грамм сухих дрожжей, суспендировали в 40 мл дистиллированной воды с 1 г глюкозы. Выжидали 40 минут для активации дрожжей. Затем проводили отмывку путем центрифугирования при 2500 об/мин в течение 3 мин (2 раза). После слива надосадочной жидкости, доводили объем суспензии до 10 мл физраствором.

В качестве контрольной группы использовали нативные клетки дрожжей, которые не подвергались экспонированию в растворах с добавлением ионов кобальта 2х валентного и воздействию магнитного поля. Подсчет клеток проводился в камере Горяева с разбавлением исходной суспензии в 100 раз. Все эксперименты проводились в трех повторениях и полученные данные усреднялись.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили с помощью программ «Excel 2007» (Microsoft Corporation).

Анализ результатов. Результаты исследований влияния концентрации ионов кобальта Co^{2+} в модельных растворах на жизнеспособность дрожжевых клеток без приложения внешнего магнитного поля представлены на рисунке 1. На рисунке 1 жизнеспособность нативных клеток, не подвергавшихся воздействию двухвалентных ионов кобальта, принята за 100%.

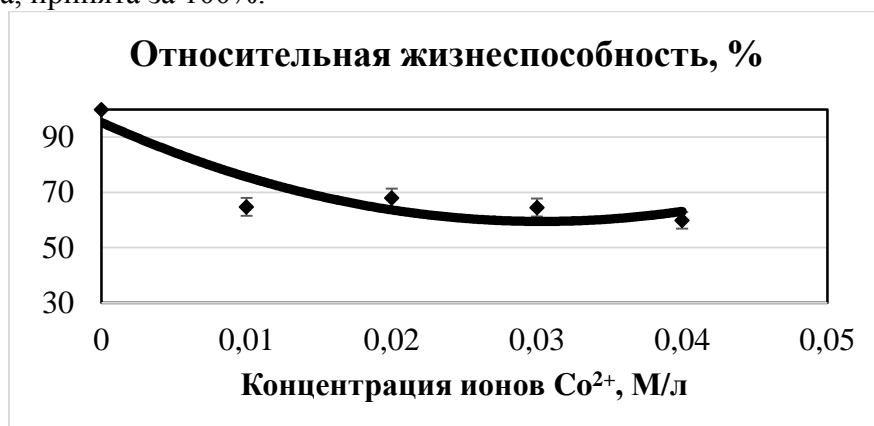


Рисунок 1. Влияние концентрации ионов кобальта в модельных растворах на жизнеспособность дрожжевых клеток после их сорбции

Из анализа данных, представленных на рисунке 1 видно, что после сорбции двухвалентных ионов кобальта количество живых клеток в исследованных популяциях дрожжевых клеток уменьшается и что в пределах погрешности экспериментов изменение концентрации двухвалентных ионов кобальта в модельных растворах в пределах от 0,01 М до 0,04 М подавляет относительную жизнеспособность популяций на 30-40 %.

Результаты исследования влияния времени экспозиции дрожжевых клеток в растворе двухвалентных ионов кобальта при фиксированной концентрации 0,04 М на их жизнеспособность представлены на рисунке 2.

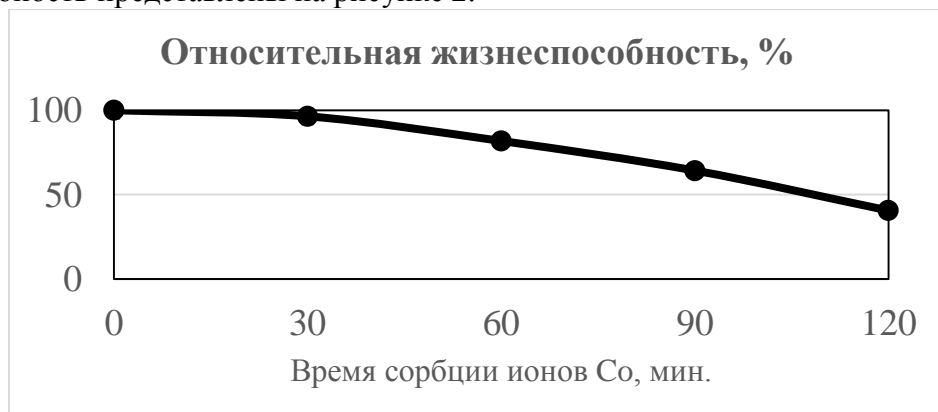


Рисунок 2. Влияние времени сорбции двухвалентных ионов кобальта на жизнеспособность дрожжевых клеток

На рисунке 2 доля живых клеток в нативной популяций до взаимодействия с раствором двухвалентных ионов кобальта, принята за 100%. Из анализа рисунка 2 видно, что при увеличении времени сорбции ионов кобальта дрожжевыми клетками доля живых клеток в исследуемых популяциях относительно доли живых клеток в нативной популяции монотонно падает.

Для дальнейших исследований влияния магнитного поля на жизнеспособность дрожжевых клеток было выбрано время сорбции ионов кобальта 60 минут, при котором уже заметно повреждающее действие этих ионов на клетку, но относительное падение жизнеспособности не является большим и в популяции после сорбции двухвалентных ионов кобальта остается достаточно большое количество живых клеток, чтобы увидеть эффект влияния на них магнитного поля. Для сравнения также было исследовано влияние постоянного магнитного поля на дрожжевые клетки, которые не подвергались воздействию сорбции двухвалентных ионов кобальта.

В результате исследований были получены данные о жизнеспособности дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* после сорбции двухвалентных ионов Co^{2+} при времени сорбции 60 минут и последующем воздействии постоянного магнитного поля. Сводные данные представлены на рисунке 3. Расшифровка обозначений, используемых на рисунке 3 приведена в таблице 1.

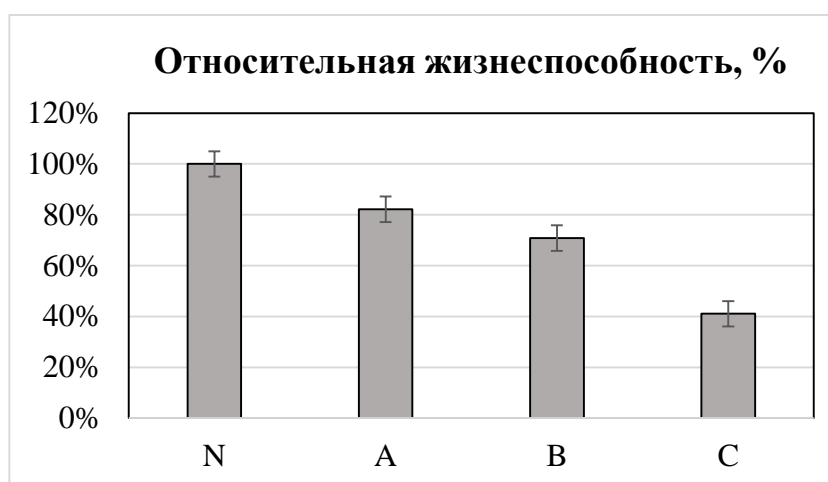


Рисунок 3. Изменение относительной жизнеспособности дрожжевых клеток, после сорбции двухвалентных ионов кобальта и воздействия постоянного магнитного поля.

Таблица 1. Расшифровка обозначений для рисунка 3.

N	Популяция нативных дрожжевых клеток	
A	Популяция дрожжевых клеток после воздействия ПМП без сорбции ионов Co	Время воздействия ПМП 20 минут
B	Популяция дрожжевых клеток после сорбции ионов Co без воздействия ПМП	Время сорбции 60 минут
C	Популяция дрожжевых клеток после сорбции ионов Co и воздействия ПМП	Время сорбции 60 мин. Время воздействия ПМП 20 мин.

Из анализа данных, представленных на рисунке 3, видно, что и отдельное и совместное воздействие сорбции двухвалентных ионов кобальта и постоянного магнитного поля с индуктивностью 0,2 Тл имеет угнетающий характер. Воздействие постоянного магнитного поля без сорбции двухвалентных ионов кобальта приводит к падению жизнеспособности относительно популяции нативных клеток на 20%. Сорбция

двухвалентных ионов кобальта без воздействия постоянного магнитного поля приводит к падению жизнеспособности относительно нативной популяции на 30%. При воздействии постоянного магнитного поля на дрожжевые клетки, которые предварительно сорбировали двухвалентные ионы кобальта, наблюдается падение жизнеспособности относительно нативной популяции на 60%. То есть наблюдается усиление повреждающего эффекта постоянного магнитного поля. Одним из наиболее обсуждаемых в научной литературе механизмом, повреждающим клетки в случае воздействия ионов тяжелых металлов, является механизм воздействия ионов тяжелых металлов на проницаемость плазматической мембраны дрожжевых клеток. Возможно, что в экспериментах рассмотренных в настоящей работе парамагнитные ионы кобальта, которые адсорбировались на поверхности дрожжевых клеток, после приложения магнитного поля более сильно воздействовали на проницаемость плазматических мембран клеток. Для установления механизмов ответственных за такой влияние необходимы дополнительные эксперименты.

Выводы. В настоящей работе исследовано влияние сорбции двухвалентных ионов кобальта и постоянного магнитного поля на жизнеспособность дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae.*, оцениваемую по доле живых клеток в популяции. Установлено, что после сорбции двухвалентных ионов кобальта из модельных растворов с концентрацией в диапазоне от 0,01 до 0,04 М при фиксированном времени сорбции, жизнеспособность исследованных популяций дрожжевых клеток относительно популяции нативных клеток снижается на 30-40 %. При исследовании влияния времени сорбции на жизнеспособность дрожжевых клеток установлено, что увеличение времени сорбции в диапазоне от 30 до 120 минут приводит к монотонному падению жизнеспособности клеток, сорбирующих ионы кобальта относительно жизнеспособности нативных клеток.

Также в работе исследовано влияние постоянного магнитного поля с индукцией $B=0,2$ Тл на жизнеспособность нативных дрожжевых клеток и клеток, сорбирующих парамагнитные ионы кобальта. Установлено, что сорбция двухвалентных ионов кобальта приводит к усилению угнетающего действия постоянного магнитного поля. Полученные результаты могут быть использованы при разработке биосорбционных технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева А.Ю. Возможность применения иммобилизованных дрожжей для биосорбции тяжелых металлов из водных сред / А.Ю. Муравьева, А.А. Степачёва, В. П. Молчанов // Химическая безопасность. – 2020. – № 4. – С. 131 – 146.
2. Аронбаев С. Д. Биосорбционное концентрирование тяжелых металлов и радионуклидов микроорганизмами и сорбентами на их основе. Обзор // Молодой ученый. – 2015. – № 24. – С. 31-50.
3. Аронбаев С. Д. Тенденции развития биосорбционной ремедиации сточных вод // Сб. трудов VI междунауч. конф. Молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». – М., 2012. – С. 169-172.
4. Lesmana S. O. Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater – Review./ S. O. Lesmana, F. Novie, F. E. Soetaredjo, J. Sunarso, S. M. Ismajli // Biochemical Engineering Journal.- 2009. – 44. – P. 19-41.
5. Abdulkawi A. Al-Fakih A.A. Bioadsorption of Pb(II) and Co(II) ions by the yeast *Saccharomyces cerevisiae* / Abdulkawi A. Al-Fakih A.A, M.M. Gharieb, M.I. Ali // Al-Jazeera University Journal. – 2018. –V.1. – P. 5-29.
6. Сорбция кобальта(II) дрожжевыми микроорганизмами в слабом постоянном магнитном поле/ Т.И. Смирнова [и др.] // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. – 2018. – № 1. – С. 52-58
7. Wang J. Biosorbents for heavy metals removal and their future / J. Wang, C. Chen // Biotechnology Advances.-2009.-V. 27.- P. 195-226.

8. Тёплая А.Г. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды // Астраханский вестник экологического образования. - 2013.- № 1 (23).- С.-182-192.

INFLUENCE OF SORPTION OF COBALT IONS AND MAGNETIC FIELD ON VIABILITY OF YEAST CELLS

Annotation. In this work, we investigated the separate and combined effect of the sorption of bivalent cobalt ions and a constant magnetic field on the viability of *Saccharomyces cerevisiae* yeast cells, assessed by the proportion of living cells in the population. It was found that the action of a constant field with an induction of 0.2 T is depressing. It was also found that preliminary sorption of bivalent cobalt ions by yeast cells leads to an increase in the inhibitory effect of a constant magnetic field. The results obtained can be used in the development of biosorption technologies for the purification of wastewater from heavy metal ions.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, biosorption, magnetic field

Konyakhin E. I.

Lyashova A.S.

Scientific advisers: Legenky Y.A.

Donetsk National University

E-mail: konyahine@gmail.com, arina_lyashova@mail.ru

УДК 581.15 (477.60)

УЧЕТ ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ АНОМАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ У *AMARANTHUS RETROFLEXUS* L. ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В Г. ДОНЕЦКЕ

Коротенко Н.В.

**Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. Для вида растения *Amaranthus retroflexus* L. были выделены основные структурные отклонения в строении вегетативных и генеративных органов, которые используются в качестве маркеров качества среды в разных местах произрастания. Подсчет специфики проявления отклонений указывает на возможность проведения фитоиндикационного мониторинга в промышленном регионе.

Ключевые слова: Донецк, экологический мониторинг, фитоиндикация.

Вид *Amaranthus retroflexus* L. изучен многосторонне, поскольку характеризуется существенной резистентностью и склонен к фенотипической пластичности в связи с генетическими трансформациями [1] в том числе. Фитоиндикационный способ оценки среды во многом сопряжен с квантификацией эдафической компоненты [2], что по выявляемым закономерностям распределения в геолокалитетах промышленного региона важно при проведении экологического мониторинга [4–7], биологической экспертизы [8–10] и находит свое отражение в работах членов студенческого научного общества Донецкого национального университета [11–14].

Цель работы – для вида растения *Amaranthus retroflexus* L. выделить основные структурные отклонения в строении вегетативных и генеративных органов, которые используются в качестве маркеров качества среды в разных местах произрастания;

доказать, что специфика частоты проявления отклонений указывает на возможность проведения фитоиндикационного мониторинга в промышленном регионе.

Ранее было отмечено, что *Amaranthus retroflexus* L. имеет следующие тератные проявления в Донбассе: морфотипическая разнокачественность габитуса, дистопия побега (нарушение листорасположения), индекс аномальности анастомозной сетки, индекс атипичного строения устьичного аппарата, гипогенезия листа, петалоидное превращение листьев, складчатость листовой пластинки, бесхлорофилльные листья, укорочение оси при скученности соцветий, недоразвитие части цветков в соцветии, усиление ветвления соцветий, позеленение (нетипичное) цветка, альбинизм (нетипичный) цветка, тератная форма пыльцевого зерна [3].

В основу нашего эксперимента положена эта информация с привязкой к характеристикам каждого отдельного экотопа в г. Донецке и подсчетом процентного соотношения частоты встречаемости признаков, имеющих фитоиндикационное значение по атипичности проявления.

В качестве критериев оценки в этой блоке экспериментов использовали следующие признаки: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности, атипичное строение соцветий всех вариантов в том числе при ветвлении генеративной части побега, варибельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний при общей проекции, пыльцевые зерна дефектной характеристики.

Примеры вариации тератного строения соцветия (рис. 1) и семенного материала (рис. 2) *Amaranthus retroflexus* L. представлены в иллюстративном материале.

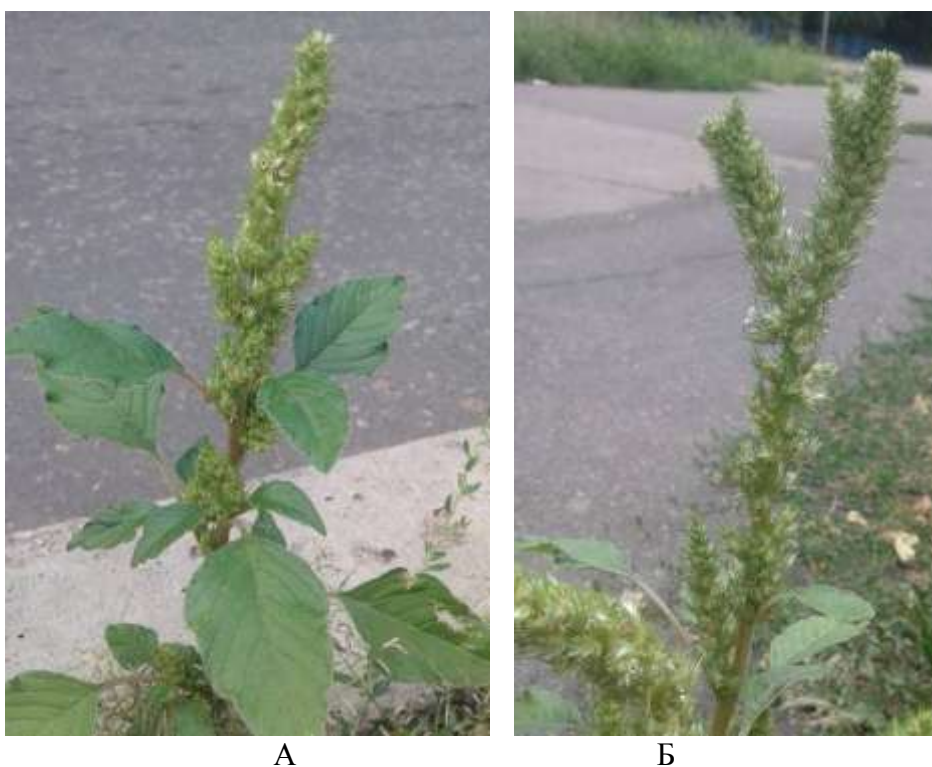


Рисунок 1 – Строение соцветия *Amaranthus retroflexus* L. нормального (А) и атипичного варианта (Б)

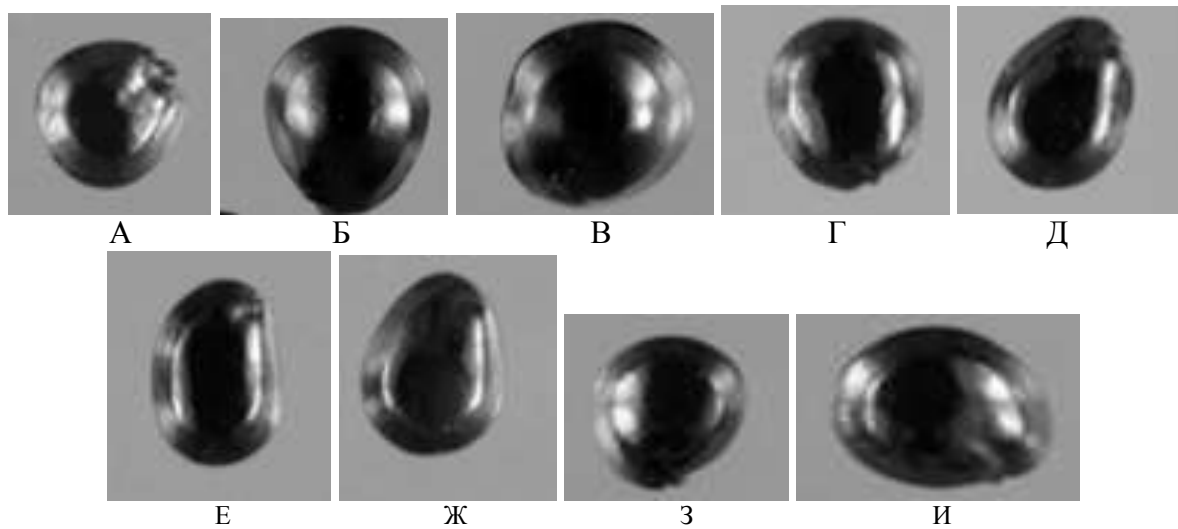


Рисунок 1 – Морфотипы семян *Amaranthus retroflexus* L. нормального (А–Г) и атипичного (Д–И) строения (размерность А – 1,0 мм)

При учете частоты проявления атипичных признаков в тератообразовании *Amaranthus retroflexus* в зоне импакта Донецкого металлургического завода установлены численные значения: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 16, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке – 17, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами – 21, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 31, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности – 13, атипичное строение соцветий всех вариантов, в том числе при ветвлении генеративной части побега – 7, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 24, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 22.

Подсчет частоты проявления атипичных признаков в тератообразовании *Amaranthus retroflexus* в зоне импакта локальных автотрасс улицы Артема и проспекта Богдана Хмельницкого в г. Донецке установлены численные значения: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 13, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке – 15, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами – 20, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 24, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности – 10, атипичное строение соцветий всех вариантов, в том числе при ветвлении генеративной части побега – 8, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 22, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 19.

При учете частоты проявления атипичных признаков в тератообразовании *Amaranthus retroflexus* в зоне импакта шахты им. Калинина установлены численные значения: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 17, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке – 19, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами – 21, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 32, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности – 11, атипичное строение соцветий всех вариантов, в том числе при ветвлении генеративной части побега

– 9, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 20, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 28.

Анализ частоты проявления атипичных признаков в тератообразовании *Amaranthus retroflexus* в экотопах селитебного назначения Ворошиловского района: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 9, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке – 8, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами – 9, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 12, атипичное строение соцветий всех вариантов в том числе при ветвлении генеративной части побега – 4, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 21, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 14.

Характеристика частоты проявления атипичных признаков в тератообразовании *Amaranthus retroflexus* в локальных рудеральных экотопах Ворошиловского района г. Донецка: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 15, дистопические проявления в побегообразовании при архитектурной оценке – 13, строение элементов жилкования листа с атипичными анастомозами – 33, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 19, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности – 17, атипичное строение соцветий всех вариантов, в том числе при ветвлении генеративной части побега – 28, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 25, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 16.

Для рекреационной зоны Парка Ленинского комсомола установлены численные значения: габитуальная разнокачественность в полевой экспресс-оценке среды – 4, частота встречаемости устьиц и устьичного аппарата тератного типа – 10, встречаемость листовой пластинки складчатого типа по морфологии поверхности – 6, вариабельность семенного материала по форме и выявленным признакам аномальной морфологии очертаний в общей проекции – 7, пыльцевые зерна дефектной характеристики – 5.

Таким образом, для вида растения *Amaranthus retroflexus* L. выделены основные структурные отклонения в строении вегетативных и генеративных органов, указаны их численные частоты встречаемости, которые используются в качестве маркеров качества среды в разных местах произрастания. Специфика частоты проявления отклонений указывает на возможность проведения мониторинга на примере разных экотопов и промышленно трансформированной урбанизированной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kuluev B.R. Changes in phenotype of transgenic *Amaranthus retroflexus* L. // Russian Journal of Genetics. – 2017. – Vol. 53, № 1. – P. 67–75.
2. Дорохина З.П. Фитоиндикация процессов деградации почв: основные термины и определения // Вестник науки. – 2018. – Т. 3, № 8. – С. 229–237.
3. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4–16.
4. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67–72.
5. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методологические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированной среде // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 254–257.
6. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk // Наука. Мысль. – 2016. – № 4. – С. 59–71.

7. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
8. Vespalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
9. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
10. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
11. Бойко Н.В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 27–30.
12. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.
13. Кравсун Т.И. Фитотестирование загрязнения тяжёлыми металлами почв Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 3 (6). – С. 37-44.
14. Коротенко Н.В. Феномен фасциации *Ehium vulgare* L. в Донбассе // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 208–210.

CONSIDERATION OF THE FREQUENCY OF ANOMALOUS IN AMARANTHUS RETROFLEXUS L. WHEN CONDUCTING ENVIRONMENTAL MONITORING IN DONETSK

Annotation. For the plant species *Amaranthus retroflexus* L., the main structural deviations in the structure of vegetative and generative organs were identified, which are used as markers of the quality of the environment in different places of growth. Calculation of the specificity of the manifestation of deviations indicates the possibility of phytoindication monitoring in an industrial region.

Keywords: Donetsk, environmental monitoring, phytoindication.

Korotenko N.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: korotencnkonadezhda@yandex.ru

УДК577.3

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ

Котюк П.Ф.

**Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация: В данной работе проведен обзористочников информации по влиянию магнитного поля на морфометрические показатели и онтогенез растительных объектов сельскохозяйственной ценности.

Ключевые слова: растения, онтогенез, морфология, биотестирование, магнитное поле, переменное магнитное поле, геомагнитное поле.

Введение. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур без применения химических средств является актуальной задачей. Многими исследователями установлено положительное влияние магнитного поля на семена сельскохозяйственных культур. Прогрессивная технология получения сельскохозяйственной продукции должна предусматривать экономию материальных и трудовых затрат при высокой стабильности получаемых результатов и сохранении единого согласованного во всех звеньях производственного цикла.

В настоящее время установлено, что предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур в магнитном поле способствует снижению их заболеваемости [1-4]. Это объясняют тем, что при магнитной обработке семян происходит увеличение концентрации кислорода в водных растворах [5, 6].

Применение магнитного поля при предпосевной обработке семян позволит снизить стоимость и заболевание семян, повысить урожайность и экологическую безопасность.

Цель работы – провести обзор источников литературы по влиянию магнитного поля на морфометрические показатели и индивидуальное развитие растений сельскохозяйственной ценности.

Влияние магнитных полей на растительные организмы

В исследованиях В.В.Савченко и А.Ю.Синявским [7] проводились эксперименты по установлению факторов влияющих на процесс обработки семян в магнитном поле. Установлено, что такими факторами являются магнитная индукция и скорость движения семян. Проведенные эксперименты позволили установить, какое влияние оказывает обработка семян в магнитном поле на их энергию прорастания и всхожесть. В ходе исследований было установлено, что энергия прорастания и всхожести семян увеличивается при изменении магнитной индукции от 0 до 0,065 Тл, а уменьшаться начинает при дальнейшем увеличении магнитной индукции. При магнитной индукции, превышающей 0,130 Тл, энергия прорастания и всхожесть семян изменяются незначительно (рис.1).

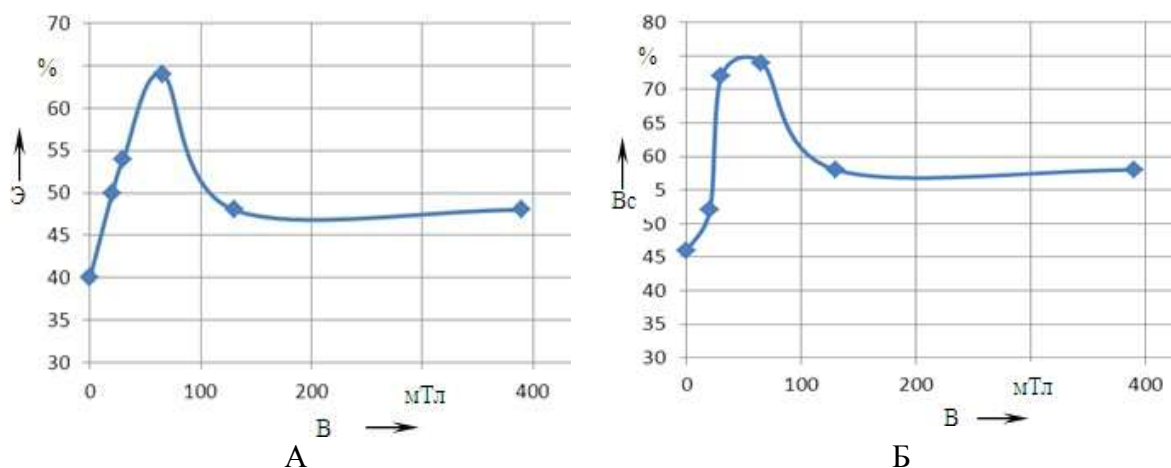


Рис. 1. Зависимость энергии прорастания (А) и всхожести (Б) семян кукурузы от магнитной индукции при скорости движения 0,4 м/с (по Савченко [7])

Учёнными было установлено влияние энергетической дозы обработки на энергию прорастания семян, а также на их всхожесть. Наибольшая энергия прорастания семян кукурузы была при 1,75 Дж·с/кг энергетической дозе обработки, (рис. 2А), а при больших или меньших дозах она была меньшей. При этом наибольшая всхожесть семян происходила так же при энергетической дозе 1,75 Дж·с/кг(рис.2Б).

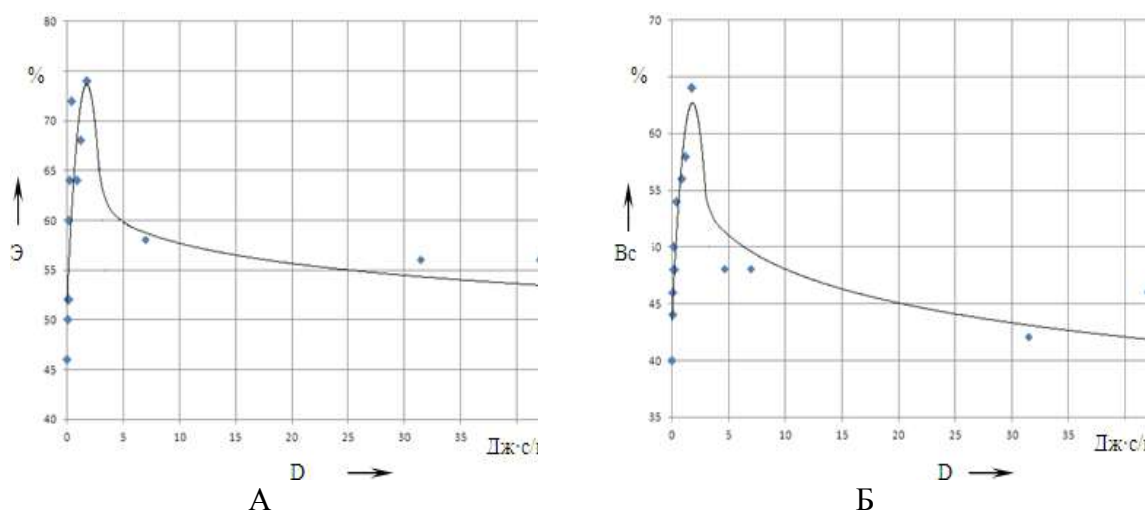


Рис. 2. Зависимость энергии прорастания (А) и всхожести (Б) семян кукурузы от энергетической дозы обработки в магнитном поле (по Савченко [7])

В других исследованиях проведённых теми же авторами [8] изучалась влияние магнитного поля на изменение концентрации кислорода. Было установлено, что при обработке водных растворов и семян в магнитном поле, концентрация кислорода зависит от квадрата магнитной индукции и скорости их движения. Магнитная индукция является более существенным фактором, нежели скорость движения. При магнитной индукции 0,065 Тл, выявлена наибольшая концентрация растворённого кислорода.

Установлено что при скорости движения и 0,4 м/с и магнитной индукцией 0.065Тл, концентрация кислорода в воде увеличивается на 24%, а в растворе нитрата калия – на 25% (рис.3). Увеличение, в растительных клетках, концентрации кислорода, стимулирует рост растений, а так же подавляет спорообразование фитогенных грибов.

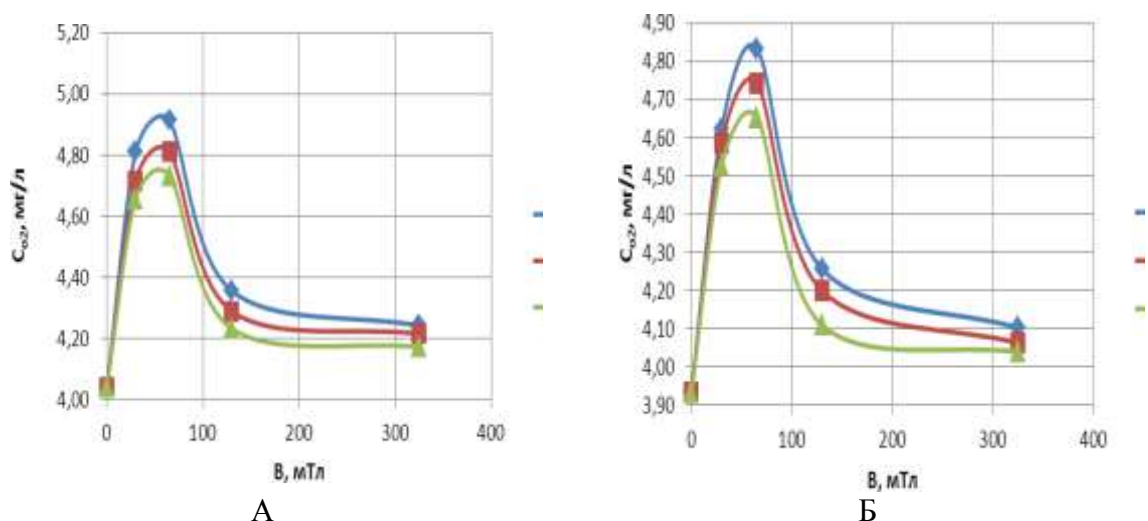


Рис.3 Зависимость концентрации растворенного кислорода от магнитной индукции (по Савченко [8])

Примечания: А – в водной среде; Б – в нитрате калия

М.П. Травкин и Ю.И. Новицкий [9] изучали расходование сухого вещества при прорастании семян ржи «Онохойская» в однородном горизонтальном переменном магнитном поле (ПМП) колец Гельмгольца с магнитной индукцией 1.85 мТл.

Установлено, что до 72 часов опыта потеря сухого вещества в опытных вариантах приблизительно на 10 % ниже, чем в контрольных в ГМП (геомагнитном поле). В дальнейшем вплоть до 120 часов происходит повышение расходования сухого вещества до 15.7 %.

Ю.И. Новицкий [10].наблюдал достоверное увеличение коэффициента вариабельности прироста кончиков корней 3-4 дневных проростков ржи при включении однородного ПМП колец Гельмгольца обратного направления с магнитной индукцией 1.8 мкТл по сравнению с контролем в ГМП. Минимальная величина магнитной индукции, которая изменяет этот коэффициент, не определена.

Тараканова [11].исследовала влияние однородного ПМП колец Гельмгольца величиной 2 мТл на рост проростков конских бобов сорта «Кузьминские». Через 4 суток проращивания бобов на 0.7 %-ном агар-агаре при 25оС в темноте наблюдалась недостоверная тенденция в ускорении роста корневой системы. Однако, при более длительном воздействии ПМП (30 дней) эффект ускорения роста выражен более ярко.

Неоднородное ПМП постоянного магнита с магнитной индукцией 5.8 и 6.2 мТл подавляет поглощение кислорода, особенно в первые сутки, в прорастающих семенах люпина, конских бобов, ржи, кукурузы, одновременно стимулируя рост проростков [12]. При одинаковом количестве израсходованного сухого вещества зерновки содержание сухого вещества проростка в единице длины снижалось по сравнению с контролем в ГМП. У растений, выращенных в таком магнитном поле (МП), митотический индекс был выше, чем в контроле.

Отмечается, что проявление действенности МП на растительные объекты определяется параметрами действующего поля (индукция и градиент), взаимным расположением биообъекта и магнитного потока [13, 14], внешними физическими условиями (температурой, ЭМ фоном) [15], длительностью экспозиции, физиологическим состоянием биообъекта [12, 16].

Работы Н.И. Богатиной с соавт., связанные с влиянием слабых магнитных полей на биообъекты (порядка земного и ниже). Эти работы предшествовали работам по открытию влияния комбинированных магнитных полей (постоянного МП и коллинеарного ему переменного МП с магнитными индукциями порядка земных).

В контрольных и экспериментальных вариантах исследований, ПМП были устранены с помощью трехслойного пермаллового экрана до уровня 5-20 нТл, и только в одном экране с помощью соленоида создавалось ПМП с магнитной индукцией, которую можно было менять от 0 до 1 мТл. Контрольные же образцы всегда находились в ПМП 5- 20 нТл. Такая постановка задачи позволила устранить неопределенность и недостаточную воспроизводимость результатов, т.к. контрольные образцы всегда находились в одних и тех же магнитных условиях.

ВЫВОДЫ

Магнитные поля различной интенсивности оказывают значительное влияние на рост и развитие разных видов растений.

Исходя из обзора литературы, можно сделать вывод, что энергия прорастания и всхожести семя увеличивается при изменении магнитной индукции от 0 до 0,065 Тл, а в дальнейшем уменьшается. Наибольшая энергия прорастания семян кукурузы была при энергетической дозе обработки 1,75 Дж·с/кг.

Увеличение, в растительных клетках, концентрации кислорода, стимулирует рост растений, а так же подавляет спорообразование фитогенных грибов. Установлено что при скорости движения и 0,4 м/с и магнитной индукцией 0.065Тл, концентрация кислорода в воде увеличивается на 24%, а в растворе нитрата калия – на 25 %

Неоднородное ПМП постоянного магнита с магнитной индукцией 5.8 и 6.2 мТл подавляет поглощение кислорода, в прорастающих семенах одновременно стимулируя рост проростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zepeda-Bautista R., Hernández-Aguilar C., Suazo-López F., Domínguez-Pacheco A. F., Virgen-Vargas J., Pérez-Reyes C., Peón-Escalante I. Electromagnetic field in corn grain production and health / *Academic Journals*. 2014. Vol. 13(1). 76-83.
2. Меньшова Е. А., Нижадзе Т. С. Влияние предпосевной обработки семян ячменя на его устойчивость к болезням и урожайность / *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Т. 14, №5. С. 241-244.
3. Нижадзе Т. С. Влияние экологических приемов предпосевных обработок семян ячменя на пораженность листостеблевыми болезнями / *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013. №6 (44). С. 56-58.
4. Сергеев В. В., Колин А. Р. Предпосадочная обработка клубней картофеля магнитным полем / *Защита растений*. 1987. №12. С. 47–54.
5. Классен В. И. Омагничивание водных систем. М.: Химия, 1982. 296 с.
6. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Ценч Ю.С. Магнитно-Импульсная Обработка Семян Земляники Садовой // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. № 5. С. 9-15.
7. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние предпосевной обработки в магнитном поле на посевные качества семян кукурузы // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2017. С.238–243.
8. Савченко В.В., Синявский А.Ю. Влияние магнитного поля на концентрацию кислорода в клетках семян сельскохозяйственных культур // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. С. 20–25.
9. Травкин М.П. Влияние слабого однородного магнитного поля на расходование сухого вещества при прорастании семян ржи Онохойсуая / М.П. Травкин, Ю.И. Новицкий // *Материалы III Всесоюзного симпозиума «Влияние магнитных полей на биологические объекты»*. – 1975. – С. 187–188.
10. Новицкий Ю.И. Магнитные поля в жизни растений. Проблемы космической биологии / Ю.И. Новицкий // М.: Наука. – 1973. – Т. 18. – С.164–178.
11. Травкин М.П. Влияние магнитных полей на природные популяции / М.П. Травкин // *Реакции биологических систем на магнитные поля*. – 1978. – С. 178–198.
12. Некоторые физиологические и цитохимические изменения у прорастающих семян в постоянном магнитном поле. Влияние неоднородного магнитного поля низкой напряженности / В.Ю. Стрекова, Г.А. Тараканова, В.П. Прудникова [и др.] // *Физиология растений*. – 1965. – Т. 12, № 5. – С. 920–929.
13. Романи Г. Аппаратура для исследования биомагнитных полей (Обзор) / Г. Романи, С. Уильямсон, Л. Кауфман // *Приборы для научных исследований*. – 1982. – № 12. – С. 3–46.
14. Новицкий Ю.И. Исследование роста отрезков coleoptилей ржи в магнитных полях разной напряженности и градиента / Ю.И. Новицкий, Е.В. Тихомирова // *Материалы III Всесоюзного симпозиума «Влияние магнитных полей на биологические объекты»*. – 1975. – С. 192–193.
15. Новицкий Ю.И. Реакция растений на магнитные поля / Ю.И. Новицкий – М.: Наука, 1978. – С. 119–130.
16. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем / Марченко И.С. – Брянск, 1978. –128 с.

EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON PLANT ORGANISMS OF AGRICULTURAL VALUE

Annotation.In the bottom work, a review of modern sources of information on the influence of the magnetic field on morphometric indicators and ontogenesis of plant objects of agricultural value.

Keywords: plants, ontogenesis, morphology, bioassay, magnetic field.

Kotyuk P. F.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer

Donetsk national university

E-mail: kotyukpolya@gmail.com

УДК 577.0

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ ФЛУОРИМЕТРИИ

Куприч О.Н.

**Научный руководитель: Чуфицкий С.В., ст. препод.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. В данной работе рассматриваются результаты исследования изменения параметров флуоресценции лабораторных культур и природного фитопланктона. В результате исследования выполнен ряд экспериментов по установлению воздействия ионов меди (II) на параметры флуоресценции клеток *Chlorella vulgaris* и природного фитопланктона.

Ключевые слова: биотестирование, медь, *Chlorella vulgaris*, фитопланктон, флуориметрия, флуоресценция, фотосинтез.

Высокое содержание тяжелых металлов в окружающей среде может привести к их накоплению в растительных организмах и при некоторых концентрациях – к ингибированию роста и развития растений [1]. Фитопланктон, как основной первичный продуцент органического вещества в морской экосистеме, является ключевым элементом стабильности экосистемы, поэтому условия, критические для фитопланктонного сообщества, остаются таковыми и для экосистемы в целом. Водоросли очень чувствительны к присутствию металлов в окружающей среде [2]. Для них самыми токсичными являются соединения серебра и меди, поэтому исследования изменения параметров флуоресценции фитопланктона являются показательными и в дальнейшем могут использоваться в ходе экологического мониторинга водной среды.

Для исследования оценки состояния фитопланктона природных водных объектов использовали лабораторную культуру микроводорослей *Chlorella vulgaris*, а также пробы природного фитопланктона, отобранные в водоемах, расположенных в Центральном парке культуры и отдыха имени А.С. Щербакова.

В качестве источника меди использовали раствор сульфата меди (CuSO_4) в концентрации 0,1 мг/л. Измерения флуоресценции контрольных и опытных проб производились непосредственно после добавления меди и через 5, 10, 15 и 30 минут. Выбор данного временного промежутка соответствует литературным данным [3].

Уровень флуоресценции клеток фитопланктона регистрировался при помощи импульсного флуориметра Phyto-PAM (WALZ, Германия). Регистрация кривых индукции флуоресценции хлорофилла выполнялась с помощью флуориметра ФС-2 при предварительной пятиминутной темновой адаптации образца. Полученные кривые индукции флуоресценции анализировались с помощью ОЖР-теста [4-7].

На рисунке 1 а представлены результаты анализа кривых индукции флуоресценции клеток *Chlorella vulgaris* непосредственно после внесения загрязнителя в исследуемые пробы.

После добавления меди наблюдалось снижение показателей F_0 и F_m . В тоже время показатели эффективности функционирования ФС 2 исследуемых образцов возрастали. Показатель PI вырос на 20%, Φ_{E_0} – на 10%, Ψ_0 – на 5%. Площадь над индукционной кривой флуоресценции Area также возросла. Параметры t_{E_m} , Φ_0 , V_I , V_J , V_K , M_0 не отличались от контрольных значений.

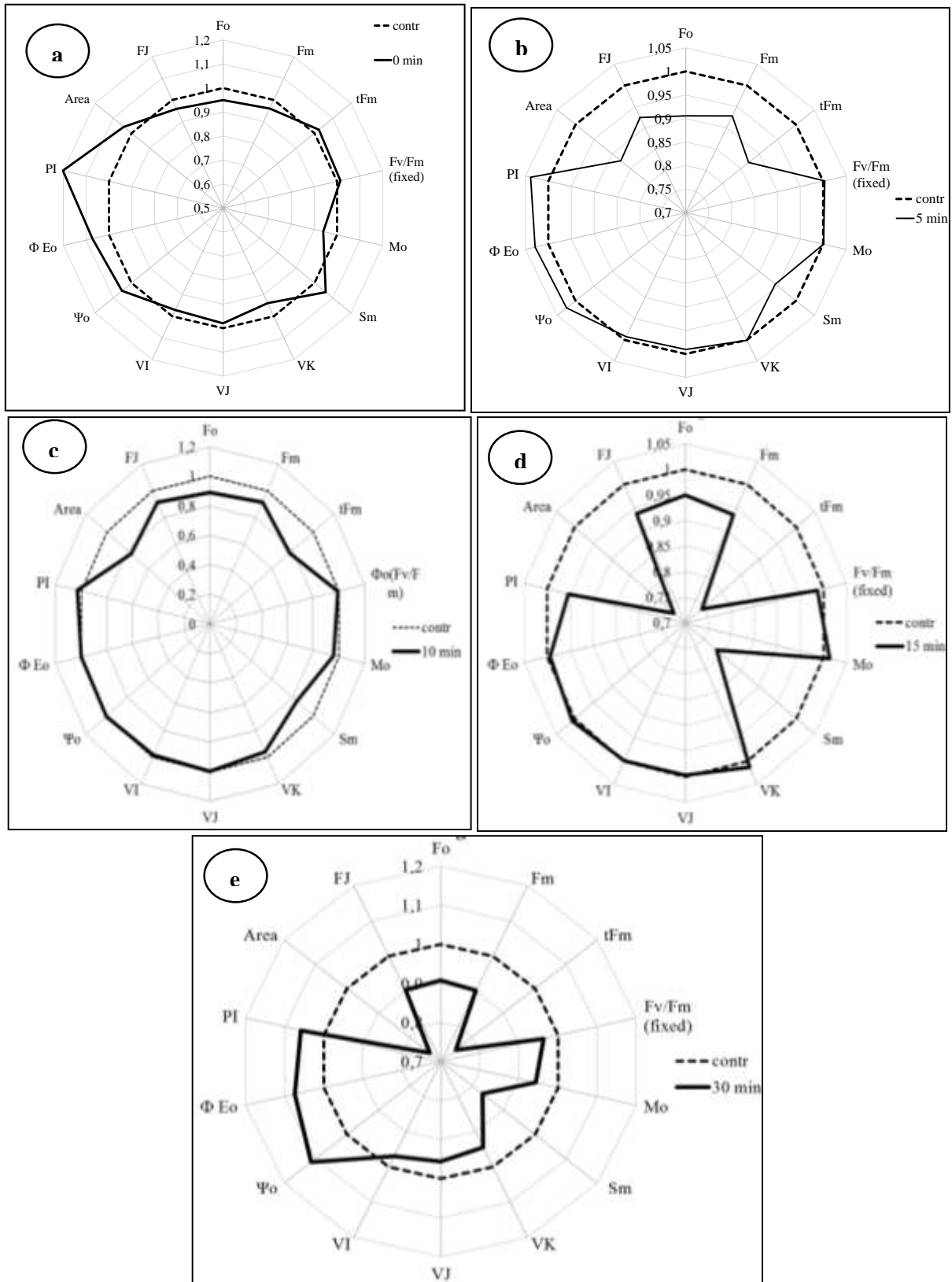


Рисунок 1 – Изменение параметров флуоресценции клеток *Chlorella vulgaris* в различные моменты времени после добавления загрязнителя: а – непосредственно после добавления меди; б – через 5 минут; в – через 10 минут; д – через 15; е – через 30 минут

Через 5 минут с момента внесения сульфата меди в водную среду показатели F_0 , F_m снизились в сравнении с контрольными значениями, так же снизились показатели t_{Em} , S_m и A_{rea} (см. рис. 1 б). В сравнении с результатами, непосредственно после добавления загрязнителя, показатель PI снизился и не отличался от контрольных значений. Параметры F_J , Φ_0 , а V_K , M_0 , V_I , V_J на отличались от контрольных значений.

Спустя 10 минут эксперимента отличий от результатов, полученных для 5-минутной экспозиции ионами меди, не наблюдалось. Были зарегистрированы более низкие значения F_0 , F_m , t_{Em} , S_m и A_{rea} в сравнении с контрольными значениями, тогда как параметры F_J , Φ_0 , а V_K , M_0 , V_I , V_J достоверно не отличались от контрольной группы (см. рис. 1 с). Таким образом, каких-либо изменений в функционировании фотосинтетического аппарата не наблюдалось.

Через 15 минут воздействия (см. рис. 1 d) происходило значительное изменение параметров флуоресценции. Наибольшее снижение наблюдалось для параметров A_{rea} , S_m и t_{Em} . Также регистрировали достоверное снижение показателей F_0 , F_m и F_J . Энергетические параметры не отличались от контрольных значений.

Через 30 минут после добавления меди (см. рис. 1 e) происходило снижение показателей относительной вариабельной флуоресценции – V_I , V_J и V_K . Также наблюдалось более выраженное ослабление функциональной активности реакционных центров ФС 2 – происходило снижение уровней флуоресценции F_0 , F_m и F_J . Также регистрировали снижение площади над кривой, а также нормированных параметров S_m и M_0 .

Полученные результаты свидетельствуют о более быстром насыщении световой энергии электрон-транспортной цепи ФС 2, что выражается в снижении параметра t_{Em} . Это происходит в результате снижения общего пула электронных переносчиков – снижение параметра S_m . Снижение уровней флуоресценции F_0 , F_m и F_J свидетельствует о снижении эффективности функционирования реакционных центров ФС 2.

Таким образом, при воздействии ионов меди на культуру *Chlorella vulgaris* происходит резкое возрастание флуоресценции клеток непосредственно после добавления загрязнителя в водную среду. Негативное воздействие на клетки микроводорослей проявляется через 5 минут воздействия. 30-минутная экспозиция сульфатом меди приводит к снижению числа реакционных центров, а также общего количества активных электронных переносчиков электрон-транспортной цепи ФС 2.

Согласно флуориметрическому анализу на флуориметре Phyto-PAM, пробы природного фитопланктона включали клетки с преимущественным содержанием хлорофилла а. Таким образом, результаты исследований на лабораторных культурах могут быть экстраполированы на природные пробы фитопланктона. Для природных проб не учитывали содержание растворенных органических веществ (РОВ), а также содержания гуминовых кислот, что могло способствовать медьсодержащих нерастворимых лигандов.

При внесении меди в исследуемые пробы воды происходило возрастание показателя PI , а также снижение уровней минимальной и максимальной флуоресценции (см. рис. 2 а). Возрастание эффективности функционирования ФС 2 наблюдалось также и для клеток исследуемой лабораторной культуры, что указывает на сходные реакции клеток фитопланктона при попадании поллютанта в водную среду (см. рис. 1 а).

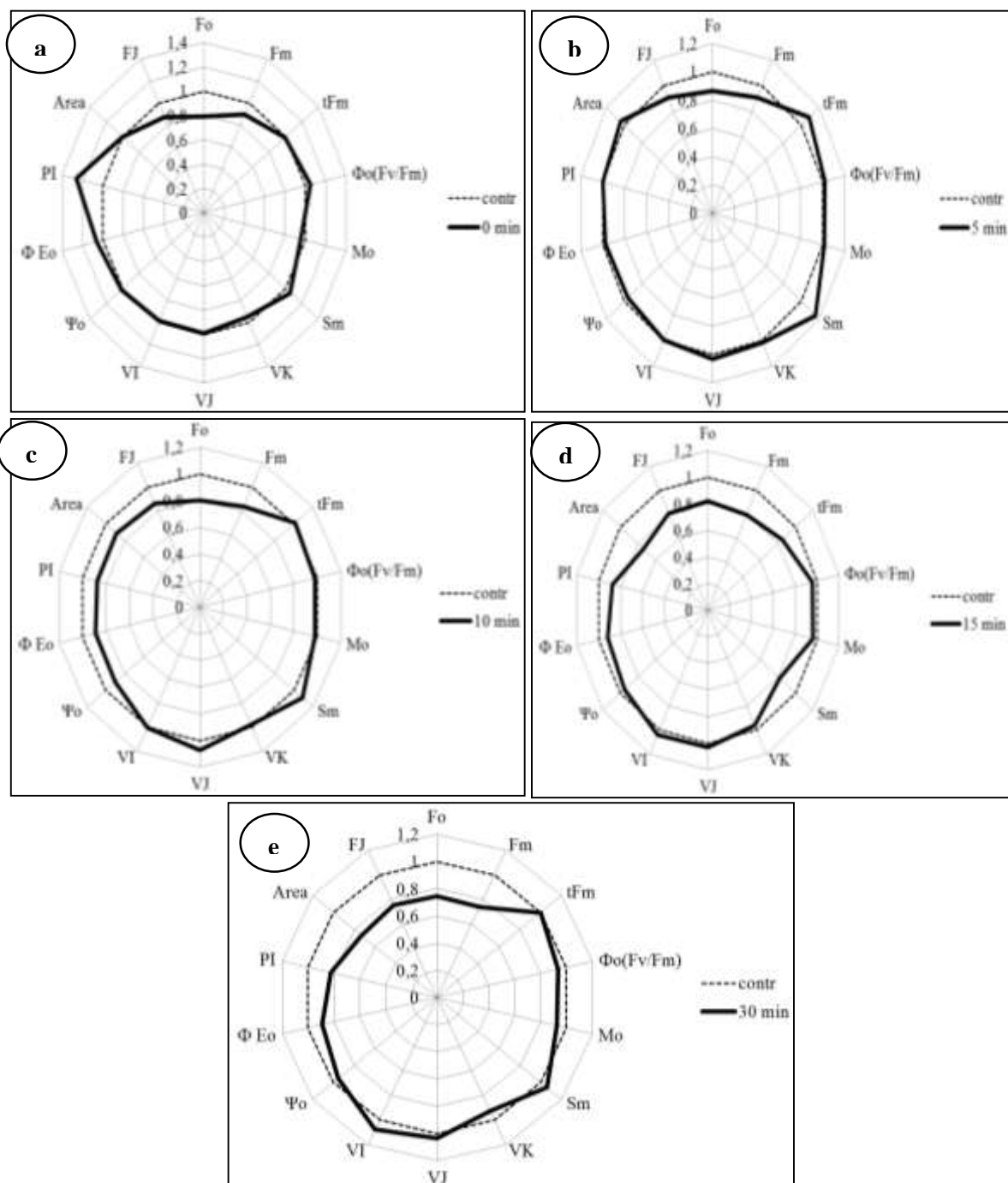


Рисунок 2 – Изменение параметров флуоресценции клеток фитопланктона из природных проб воды в различные моменты времени после добавления загрязнителя: а – непосредственно после добавления меди; б – через 5 минут; с – через 10 минут; д – через 15; е – через 30 минут

После 5-минутной экспозиции сульфатом меди происходило снижение уровней флуоресценции F_0 , F_m и F_J , что свидетельствует о снижении эффективности функционирования реакционных центров ФС 2. Кроме того, происходило возрастание параметра S_m . Остальные параметры ОЖР-теста не отличались от контрольных значений. Снижение параметров F_0 , F_m и F_J было характерно для клеток культуры *Chlorella vulgaris* через 10 минут воздействия (см. рис.2 б).

Для природных проб фитопланктона наблюдали снижение энергетических интегральных параметров флуоресценции после 15 минут воздействия (см. рис. 2 с), чего не наблюдали для лабораторных исследуемых культур. Происходило снижение показателей Ψ_0 , PI, Φ_0 . Кроме того, сохранялась тенденция по снижению параметров F_0 , F_m и F_j . Также регистрировали снижение параметра Area. Также стоит отметить, что параметры S_m и M_0 не отличались от контрольных значений, тогда как для клеток *Chlorella vulgaris* данные показатели являлись показательными тест-функциями (см. рис. 1 с).

Таким образом, после 10 минут воздействия ионов меди происходило снижение интенсивности флуоресценции клеток фитопланктона, а также снижение эффективности функционирования ФС 2.

Через 15 минут воздействия происходило снижение показателей F_0 , F_m и F_j , а также PI, Φ_0 , что наблюдалось и после 10 минут экспозиции. Кроме того, регистрировали снижение показателей t_{Em} и S_m . Полученный результат согласуется с таковым для лабораторной культуры (см. рис. 1 с и 1 b).

После 30 минут с момента добавления меди не наблюдали отличий от контроля для параметров t_{Em} и S_m . Регистрировали достоверное снижение показателей F_0 , F_m и F_j , а также PI, Φ_0 (см. рис. 2 е). Значительного снижения показателей Area, S_m и M_0 , которое было характерно для лабораторных культур не наблюдали.

Таким образом, клетки природного фитопланктона более устойчивы к воздействию меди в сравнении с клетками *Chlorella vulgaris*.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

При воздействии ионов меди на культуру *Chlorella vulgaris* происходит резкое возрастание флуоресценции клеток непосредственно после добавления загрязнителя в водную среду. Негативное воздействие на клетки микроводорослей проявляется через 5 минут воздействия. 30-минутная экспозиция в присутствии загрязнителя приводит к снижению числа реакционных центров, а также общего количества активных электронных переносчиков электрон-транспортной цепи ФС 2.

Клетки природного фитопланктона более устойчивы к воздействию меди в сравнении с клетками культуры *Chlorella vulgaris*. Устойчивость клеток фитопланктона может объясняться наличием низких фоновых концентраций меди в водной среде, что способствует устойчивости клеток, тогда как в питательной среде лабораторных культур ионов меди не содержалось, что делает клетки более чувствительными к данному загрязнителю. Кроме того, возможно присутствие в природных пробах воды веществ, связывающих ионы меди, в результате чего токсический эффект металла снижается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Флуориметрия хлорофилла фитопланктона и другие методы в мониторинге водных объектов Донбасса / С.В.Беспалова, С.М.Романчук, А.В.Васильев и др. // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития». Москва, 20-22 марта 2017 г. – М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017.

1. Беспалова С.В. Использование метода флуориметрии в биомониторинге водного объекта / С.В. Беспалова, С.М. Романчук, С.В. Чуфицкий // V Съезд биофизиков России. Материалы докладов: в 2 т. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. – Т. 2. – С. 344.

Использование флуоресценции хлорофилла «а» для биотестирования водной среды / В.А. Осипов, Г.М. Абдурахманов, А.А. Гаджиев и др. // Юг России: экология, развитие. – 2012. – Т. 7, вып. 2. – С. 93-100.

Гольцев В.Н. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а – теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений / В.Н. Гольцев, М.Х. Каладжи, М.А. Кузманова, С.И. Аллахвердиев. – М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2014. – 220 с.

Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. К.: Альтерпрес. – 2002. – 188 с.

Maxwell K. Chlorophyll fluorescence – a practical guide / K. Maxwell, G.N. Johnson // J. Exp. Bot. - 2000. - V. 51. № 345. - P. 659–668.

Schreiber U. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis / U. Schreiber, W. Bilger, C. Neubauer // Ecophysiology of photosynthesis. – Springer. – Berlin, Heidelberg, New York. — 1994. – P. 49–70.

ASSESSMENT OF PHYTOPLANKTON IN NATURAL WATER BODIES BY THE METHOD OF FLUORIMETRY

Annotation. This paper discusses the results of the study of changes in the parameters of fluorescence of laboratory cultures and natural phytoplankton. As a result of the study, a number of experiments were performed to determine the effect of copper (II) ions on the fluorescence parameters of cell cultures of *Chlorella vulgaris* and natural phytoplankton.

Keywords: biotesting, copper, *Chlorella vulgaris*, phytoplankton, fluorimetry, fluorescence, photosynthesis.

Cuprich O. N.

Scientific adviser: Chufitsky S. V., senior lecturer of the Department of Biophysics State Educational Institution of Higher Professional Education

Donetsk National University

E-mail: kuprich@gmail.com

УДК 636.92:619

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РЕЗИСТЕНТНОСТЬ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КРОЛЕЙ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Лиманец А.А.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преподаватель
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

*Скорик М. В., к.вет.н., доцент
ГОУ ВПО «Донбасская аграрная академия»*

Аннотация: Исследование экспериментальных данных показало, что включение в рацион кроликов различных биологически активных веществ оказывает положительное влияние на морфологические, биохимические и иммунологические показатели крови кроликов. При этом происходит увеличение относительного прироста их массы тела.

Ключевые слова: кролики, БАВ, резистентность, биохимические показатели крови.

Введение. При разведении животноводства, важнейшим фактором является, устойчивость сельскохозяйственных животных к воздействиям неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям.

В условиях степной зоны, при выгорании пастбищ, иммунная система животных подвергается колоссальной нагрузке. В связи с чем животные (особенно растущие) тратят много энергии на адаптацию, а иногда и просто выживание, что приводит к снижению генетически обусловленного уровня развития и, соответственно продуктивности, к моменту окончания формирования организма.

Мировой опыт ведения животноводства показывает, что использование биологически активных веществ позволяет значительно повысить эффективность животноводства за счёт их влияния на продуктивность, плодовитость, сохранность и резистентность.

К биологически активным веществам относятся: аминокислоты; витамины; минеральные макро-микроэлементы; гормоны; ферменты; антибиотики; про- и пребиотики; детергенты (поверхностно-активные вещества); транквилизаторы и ряд других.

В современной научной литературе имеется обширная информация об успешном применении в технологии животноводства витаминов и гормонов, как по отдельности, так и в комплексе друг с другом, а также пробиотиков. Все эти вещества положительно влияют на обменные процессы, прирост живой массы, воспроизводительные способности, продуктивность, а также резистентность животных [1]. Влияние пробиотиков и др. БАД на различных сельскохозяйственных животных изучено достаточно подробно, однако в литературных источниках мало сведений о влиянии добавок на показатели естественной резистентности кроликов, что и определяет актуальность темы исследования и её научную и практическую значимость.

В связи с этим, целью наших исследований являлось изучение влияния БАД, по источникам информации, на резистентность кроликов.

Такие факторы, как возраст животного, время года, условия кормления и содержания, оказывают влияние на уровень естественной резистентности, характеризующей степень устойчивости организма к заболеваниям [2]. Одними из наиболее важных показателей, характеризующих адаптационную способность животного, его жизнеспособность и состояние здоровья, являются показатели естественной резистентности, такие, как фагоцитарная активность нейтрофилов, бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) и лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК). Также лизоцим при инфекционных заболеваниях стимулирует процессы фагоцитоза [3].

Среди биологически активных добавок привлекают внимание иммуномодуляторы клеточных функций организма животных, в частности, соединения гликозидной природы. Большим спектром регуляторной активности обладает парафармацевтическая кормовая добавка «Витагмал» [4]. Установлено, что добавление Витагмала в рацион кроликов стимулирует рост и развитие молодняка. При этом происходит активация эритро- и лейкопоэза, а также увеличение содержания гемоглобина (на 9,3, 5,6 и 4,4 % соответственно), что указывает на стимуляцию уровня обменных процессов в организме. Применение добавки также обусловило повышение уровня гуморальных факторов резистентности молодняка кроликов. В сыворотке крови животных увеличилось содержание общего белка на 15 %, альбуминов – на 10 %, α - и β -лизинов – на 19 %, глобулиновых фракций – на 6 %, а также повысилась лизоцимная и фагоцитарная активности сыворотки крови – на 13 и 19 %. Кроме того, введение добавки молодняку кролей активизировало Т-клеточное звено иммунной системы, на что указывало достоверное увеличение в крови Т-лимфоцитов. Гистологические исследования показали, что в морфологической структуре срезов ткани тимуса, селезенки и лимфатических узлов кроликов, которым в рацион вводили Витагмал, преобладало Т-клеточное звено иммунитета, а также неспецифические реактивные процессы иммунокомпетентных органов.

Таким образом, кормовая добавка «Витагмал», влияя на физиологический статус кроликов, переводит реактивность их организма на более высокий уровень, что

свидетельствует о корректирующем действии испытуемой добавки на адаптационные резервы защитной системы организма животных.

Парааминобензойная кислота (ПАБК) – витамин В₁₀ и её производные обладают широким спектром биологического действия и низкой токсичностью, чем и продолжают привлекать внимание исследователей [5].

Результаты исследований показывают, что после включения парааминобензойной кислоты в рацион кроликов увеличивалось содержание гемоглобина на 26 %, повышалась интенсивность эритропоэза и лейкопоэза на 20 и 30% соответственно, что может указывать на активацию обменных процессов в организме. При этом увеличился относительный прирост массы тела подопытных кроликов на 3,7 % в сравнении с контрольными животными.

При применении пробиотической кормовой добавки Биогумитель к основному рациону кроликов была отмечена положительная динамика их защитно-приспособительных реакций. Так, фагоцитарная активность нейтрофилов в крови подопытных кроликов была выше контрольного показателя в среднем на 2 %, бактерицидная и лизоцимная активности сыворотки крови – соответственно на 5 и 4 %. Полученные данные свидетельствуют, что включение в основной рацион пробиотической добавки Биогумитель активирует иммунную систему организма кроликов. При этом была установлена и высокая интенсивность их роста [6].

Скрябин С.О. [7] установил, что включение в рацион молодняка кроликов таких пробиотиков, как «Ветом 2», «Оралин 35G» и «Энтероцин» обеспечивало увеличение прироста живой массы животных в возрасте 90 дней соответственно на 14,6%, 16,2% и 12,7%; в возрасте 105 дней – на 8,5%, 12,3% и 3,1% соответственно. Также применение этих пробиотиков способствовало повышению естественной резистентности кроликов. Так фагоцитарная активность нейтрофилов крови увеличивалась до значений 44,1% (Ветом 2), 45,3% (Оралин 35G) и 41,6% (Энтероцин) [7]. Было изучено содержание сывороточных иммуноглобулинов классов IgA, IgG и IgM у молодняка кроликов в 75- и 90-дневном возрасте. Показатель сывороточных иммуноглобулинов является клинически важным, так как их уровень оказывает влияние на восприимчивость животных к заболеванию. В результате проведенных исследований, было установлено, что в группе животных, получавших Ветом 2 увеличение содержания иммуноглобулинов классов IgA, IgG и IgM составило 67,5%, 27,7% и 29,7% соответственно; получавших пробиотик Оралин 35G увеличение было на 97,6%, 34,7% и 53,3% соответственно; и у животных получавших Энтероцин увеличение содержания иммуноглобулинов классов IgA, IgG и IgM составило 65,8%, 28,7% и 65,8% соответственно [7].

Таблица

Содержания фракций иммуноглобулинов в сыворотке крови у кроликов (г/л), М ± m (согласно [7])

Группа	I			II		
	IgA	IgG	IgM	IgA	IgG	IgM
Ветом 2	0,40±0,09	6,31±0,74	0,47±0,09	0,67*±0,05	8,06±0,80	0,61 ±0,03
Оралин 35G	0,42±0,09	6,26±0,55	0,45±0,12	0,83**±0,04	8,43*±0,70	0,69±0,09
Энтероцин	0,41±0,07	6,16±0,86	0,44±0,12	0,68*±0,02	7,93±0,94	0,68±0,12
Контроль	0,42±0,12	6,46±0,84	0,45±0,13	0,63±0,05	6,83±1,05	0,61 ±0,05

Обозначения: I – начальные показатели до применения пробиотиков, II – показатели, после длительного применения пробиотиков; * – P>0,95; ** – P>0,99; М ± m – среднее значение ± стандартное отклонение

При исследовании содержания иммуноглобулина класса IgA в контрольной группе был получен результат, составивший $0,63 \pm 0,05$ г/л. Следует отметить, что данный показатель был наименьшим по всем группам, что можно рассматривать как пониженный уровень гуморальной защиты [7]. Также у кроликов контрольной группы был отмечен низкий показатель содержания IgM в сыворотке крови – $0,61 \pm 0.05$ г/л.

В ходе проведения исследований на молодняке кролей, было выявлено, что пробиотики Ветом 2, Оралин 35G и Энтероцин снижают степень инвазии эймериями, предотвращая развитие клинических признаков эймериоза. Среди изученных пробиотиков для профилактики эймериоза кроликов, повышения их естественной резистентности и прироста живой массы наиболее эффективным является Оралин 35G.

Выводы

Проведённый анализ данных литературы указывает на положительное влияние биологически активных добавок различного происхождения на резистентность и физиолого-биохимические показатели крови кроликов. Отмечено повышение содержания эритроцитов, гемоглобина, более высокие показатели фагоцитарной активности, завершённости фагоцитоза и коэффициента мобилизации лейкоцитов, что обеспечивает повышение устойчивости кроликов к заболеваниям, активирует защитные системы крови, обеспечивает высокие показатели иммунной защиты, обменных процессов и, как следствие, прироста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов С. В. Влияние биологически активных веществ на развитие и резистентность ягнят в молочный период / С. В. Ларионов, О. И. Бирюков, О. П. Бирюкова // Научная жизнь. – 2017. – № 8. – С. 109-119.
2. Шевхужев А.Ф. Гематологический статус и воспроизводительная способность яков и крупного рогатого скота в высокогорьях Северного Кавказа / А.Ф. Шевхужев, А.И. Дубровин, М.Б. Улимбашев и [др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (57). – С. 64-66.
3. Вильвер Д.С. Влияние паратипических факторов на биохимический и морфологический состав крови коров чёрно-пёстрой породы / Д.С. Вильвер // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3(53). – С. 137-139.
4. Медянцев П.Л. Влияние препарата «Витагмал» на рост, развитие и неспецифическую резистентность организма кроликов и свиней: автореф... дис. кан. биол. наук. – Курск: Изд. КГСХА им. Проф. И.И. Иванова, 2006. – 20 с.
5. Бабин Н.А. Влияние витамина парааминобензойной кислоты на морфологический состав крови и продуктивность кроликов в весенний период года / Н.А. Бабин // Инновационные тенденции развития российской науки. матер. IX Междунар. научно-практ. конф. молодых ученых (22-23 марта 2016 г.). – Красноярск, 2016. – С. 103-106.
6. Миронова И.В., Черненко Е.Н. Естественная резистентность кроликов при скармливании пробиотической кормовой добавки Биогумитель / И.В. Миронова, Е.Н. Черненко // Известия ОГАУ. – 2017. – №1(63). – С. 115-117.
7. Скрыбин С.О. Влияние пробиотиков Ветом 2, Оралин 35G и Энтероцин на продуктивность и естественную резистентность организма молодняка кроликов: автореферат дис. ... кандидата биологических наук. – п. Родники Московской обл., 2011. – 22 с.

INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON RESISTANCE AND PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF RABBIT BLOOD (LITERATURE REVIEW)

Annotation: The study of experimental data showed that the inclusion of various biologically active substances in the diet of rabbits has a positive effect on the morphological, biochemical and immunological parameters of the blood of rabbits. At the same time, there is an increase in the relative increase in their body weight.

Keywords: rabbits, dietary supplements, resistance, blood chemistry.

Limanec A.A.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer; Skorik M. V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Donetsk national university

Donbass Agrarian Academy

E-mail: nasty18limanets@bk.ru

УДК 614.31:637.5:579.67

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОСИСОК,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ**

Макаренко И.С.

*Научный руководитель: Швиндина Е.С., ст. преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В статье приведены результаты санитарно-гигиенической оценки качества сосисок, рекомендованных для питания детей старше трех лет по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям колбасной продукции на примере 4 образцов. Сделаны выводы о качестве и безопасности их употребления.

Ключевые слова: сосиски, качество, органолептические показатели, физико-химические показатели, микробиологические показатели.

Мясо и продукты убоя сельскохозяйственных животных являются наиболее перспективным и предпочтительным, с точки зрения медико-биологических аспектов, сырьем для создания продуктов, в том числе и для питания детей. В связи с этим, значительную часть отечественного ассортимента пищевой продукции составляют мясные изделия [8].

Особенности рациона детей требуют тщательного и правильного подбора продуктов питания. Особое место в рационе детей занимают мясо и продукты его переработки, в частности колбасные изделия.

Требования к качеству колбасных изделий для детского питания являются более жесткими, и несоответствие им может представлять серьезную угрозу здоровью растущего и развивающегося детского организма. Качество мясного продукта зависит как от сырья, используемого, так и от условий на производстве, продолжительности и режима хранения и транспортировки продукции.

Необходимость достаточно часто проводить контроль качества колбасных изделий в целях сохранения здоровья ребенка.

Цель исследования: проведение сравнительной характеристики санитарно-гигиенических показателей качества сосисок, производимых и реализуемых в Донецкой Народной Республике, а также определение безопасности данной продукции на основе анализа основных показателей: органолептических, физико-химических и микробиологических.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись 4 образца сосисок вареных из мяса высшего сорта, предназначение для питания детей от 3-х лет:

- 1) образец №1 – «Детские» – ООО Торговый дом «Горняк» (ТМ «Пан Фазан») г. Донецк;

- 2) образец №2 «Дошкольник» изготовитель ООО фирма «Колбико» г. Макеевка;
- 3) образец №3 «Антошка» – изготовитель ООО фирма «Колбико» г. Макеевка;
- 4) образец №4 «Кроха» – ООО «Енакиевский мясокомбинат» г. Енакиево.

Все образцы были приобретены в «Первом Республиканском Супермаркете». Оценка качества объектов исследований была проведена в соответствии с требованиями нормативной документации по общепринятым методам [8, 9].

Органолептические и физические качества продукта определяли согласно ГОСТ 9959-2015 [3]; массовую долю влаги (ГОСТ 9793-74) [4]; крахмала (ГОСТ 10574-91) [5]; нитрита натрия (ГОСТ 8558.1-78) [1]; хлорида натрия (ГОСТ 26186-84) [6] согласно действующим нормативным документам [7].

Критериями оценки служили такие микробиологические показатели, как количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (кМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП) и патогенные микроорганизмы (сальмонелл, листерий) [2, 7].

Повторность всех проведенных опытов была трехкратной. Статистическая обработка данных была проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакет Microsoft Excel.

Результаты исследований. Исследуемые образцы соответствуют нормам упаковки и маркировки, вся необходимая информация для потребителя указана, значительных недочетов не найдено. В образце №1 присутствует наименьшее количество пищевых добавок а именно антиоксидант – аскорбиновая кислота, далее в образце №2 помимо аскорбиновой кислоты мы можем увидеть фиксатор окраски (E250), в образце №3 стабилизатор цвета – нитрит натрия. С наибольшим количеством добавок оказался образец №4, в составе продукта указаны: стабилизатор E450, регулятор кислотности E451, декстроза, антиокислитель E300, усилитель вкуса E621, экстракции специй, пищевой ароматизатор, сахар-песок, стабилизатор цвета– нитрит натрия E250. Все четыре образца имеют искусственную оболочку из целлофана и упаковку с модифицированной газовой средой, после вскрытия упаковки сосиски не хранятся более 3-х суток.

При органолептической оценке качества дефектов обнаружено не было. По внешнему виду все образцы имели чистую сухую поверхность, без повреждений оболочки; конституция фарша была сочная, нежная, упругая; в разрезе – слегка розового цвет. При этом образец №2 имел плотную консистенцию, светло – коричневый цвет. Колбасные изделия без посторонних запахов, а на вкус – характерный для данного продукта.

Массовая доля влаги в сосисках не постоянна и может колебаться в допустимых пределах нормы от 67 до 70 % [4]. Стоит отметить, что определение влажности является одним из важных показателей оценки качества колбасных изделий, так как именно количество воды в продукте влияет на сохранность, консистенцию, а так же другие технические показатели. При исследовании образцов массовая часть влаги не превышала норму [4]. Результаты физико-химических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика физико-химических показателей качества сосисок

Показатель	Стандартные значения	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Массовая доля влаги, % не более	Не более 70%	65,45±1,05	68,12±1,94	60,75±1,14	58,03±3,20
Реакция на наличие крахмала	отсутствует	присутствует	присутствует	присутствует	отсутствует
Крахмал, %	отсутствует	0,186±0,024	0,248±0,044	0,372±0,080	отсутствует
Соль поваренная, %	Менее 1,8	2,53±0,25	1,97±0,54	1,93±0,34	2,03±0,42
Нитрит натрия, %	Менее 0,003%	0,00010± 0,00002	0,00074± 0,00001	0,00080± 0,000015	0,00100± 0,00011

Согласно нормативному документу (ГОСТ 31498-2012) сосиски высшего сорта не должны содержать крахмал. По данному пункту явное несоответствие у образца №1, 2, 3, кроме образца №4 (табл. 1). Крахмал включается в рецептуру колбасной продукции неспроста – он выполняет ряд задач. Например, влагоудерживающую и стабилизирующую (желеобразующую) функции. Сосиски, не содержащие подобных веществ, при взаимодействии с кислородом начинают терять влагу и морщиться, то есть становятся внешне непривлекательными. Также из-за дефицита стабилизатора сосиски могут стать рыхлыми и пористыми, а влага начнет выделяться на поверхность продукта. Однако производители обязаны были указать на упаковке присутствие крахмала. Следует также отметить, что крахмал при увеличении дозы может существенно изменять вкусовые качества сосисок в худшую сторону, а также способствовать возникновению заболеваний, связанных с обменом веществ [7, 8, 9].

Хлорид натрия является усилителем вкуса, а в сочетании с фосфатом способствует переводу белка мяса в гидратированное состояние, тем самым повышая способность протеина связывать дополнительную воду и эмульгировать жиры. Соль понижает количество свободной воды, тем самым препятствует микробиологической порчи, негативно воздействует на бактерии, поэтому низкое содержание хлорида натрия в сосисках приводит к быстрой порче. Результаты химического исследования качества сосисок, предназначенных для детского питания показали, что содержание поваренной соли во всех образцах находилось в пределах от 1,97 до 2,53 % (табл. 1), что не соответствует требованиям стандарта [6]. Детский организм не в состоянии справиться и обработать большое количество соли, в связи с этим она может накапливаться во внутренних органах, нарушая их нормальное функционирование.

Производители колбасной продукции используют нитрит натрия в качестве консерванта и улучшителя цвета продукта, но в избыточном количестве данная соль опасна. Количество нитритов в образцах Показатели безопасности по нитритам находились в пределах нормы и не превышали допустимый безопасный уровень (табл. 1) [1].

О санитарном состоянии производства можно судить по микробиологическим показателям готового продукта [2, 10].

Результаты микробиологического исследования сосисок представлены в таблице 2.

Таблица 2 –Результаты микробиологического исследования

Показатель	Нормативный документ ГОСТ 31498-2012	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
КМАФАнМ. КОЕ/г (среда МПА)	Не более 1×10^3	$1,3 \times 10^2 \pm 35,6$	$0,3 \times 10^2 \pm 24,3$	$0,5 \times 10^2 \pm 16,8$	$1,8 \times 10^2 \pm 44,3$
БГКП в 1 г продукта (на среде Эндо)	Не допускаются в 1,0 г продукта	–	–	–	–
Патогенные, в т.ч сальмонеллы в 25 г продукта (реакция на среде Плоскирева)	Не допускаются в 25 г	–	–	–	–

Микробиологический анализ показал, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не превышает норму (согласно стандартам не более 1×10^3 КОЕ/г), у всех образцов сосисок данный показатель колебался в пределах от $0,3 \times 10^2$ до $8,9 \times 10^2$ КОЕ/г.

Из таблицы 2 видно, что обсемененность свежих сосисок различная. Показатель КОЕ/г у всех образцов не превышает нормы. Наименьшее количество микрофлоры было обнаружено в сосисках «Дошкольник» (образец №2, рис.2) и «Антошка» (образец №3, рис.3) а наибольший показатель – «Детские» и «Кроха» (образец №4, рис.4). Микрофлора сосисок была представлена, в основном, непатогенными мезофильными микроорганизмами.

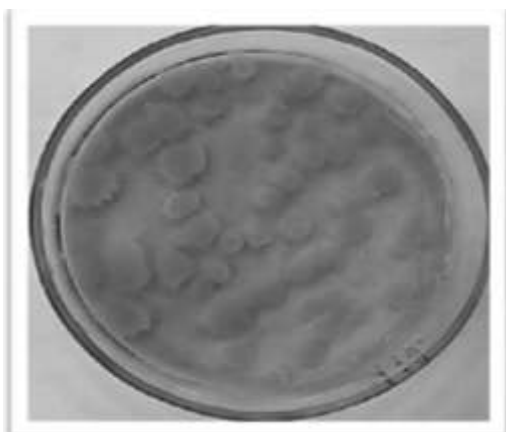


Рисунок 1– обсемененность образца №1 (среда МПА)

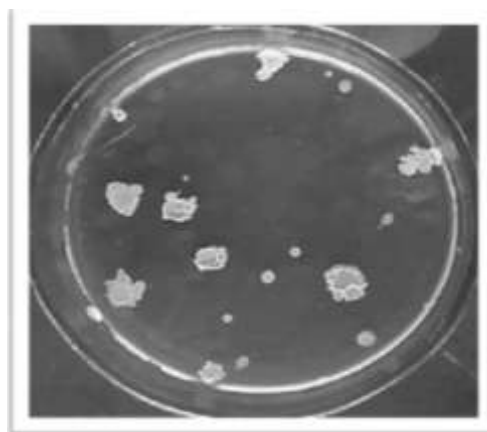


Рисунок 2– обсемененность образца №2 (среда МПА)

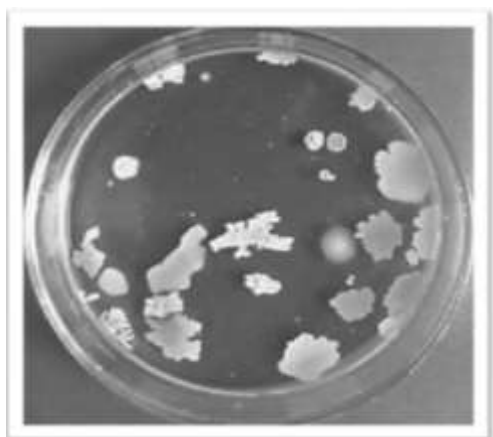


Рисунок 3– обсемененность образца №3 (среда МПА)

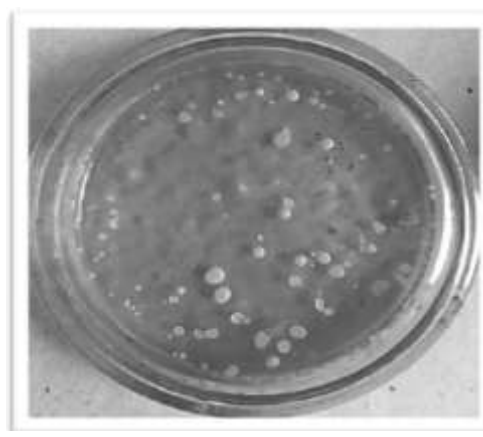


Рисунок 4– обсемененность образца №4 (среда МПА)

Во всех опытных образцах бактерии группы кишечной палочки (БГКП) и патогенные, в том числе сальмонеллы обнаружены не были, что говорит о безопасности употребления данного товара.

Выводы.

1) В процессе исследования органолептических показателей образцы имели чистую поверхность, без повреждений оболочки и наплывов фарша, запах и вкус были свойственными для данного продукта, без посторонних привкусов и запахов. При этом образец №2 имел плотную консистенцию, светло-коричневый цвет фарша.

2) По физико-химическим показателям было установлено, что массовая часть влаги и нитритов в сосисках находилась в пределах нормы. В детских сосисках высшего сорта не допускается наличие крахмала, а во всех исследованных образцах он был обнаружен, за исключением образца №4 («Кроха»). Массовая часть поваренной соли превысила норму, указанную в ГОСТ 26186-84. Сосиски соответствуют нормам упаковки и маркировки, вся необходимая информация для потребителя указана, значительных недочетов не найдено. В образце №1 присутствует наименьшее количество пищевых добавок. С наибольшим количеством добавок оказался образец №4, что говорит о низком качестве данной продукции и не безопасности ее употребления. Недобросовестное отношение производителей к безопасности своей продукции влечет за собой негативные последствия для здоровья растущего и развивающегося организма ребенка.

3) Микробиологический анализ показал, что КМАФАнМ не превышает норму (согласно стандартам не более 1×10^3 КОЕ/г), у всех образцов сосисок данный показатель колебался в пределах от $0,3 \times 10^2$ до $8,9 \times 10^2$ КОЕ/г. Наименьшее количество микрофлоры содержилось в сосисках «Дошкольник» (образец №2) и «Антошка» (образец №3), а наибольший показатель – «Кроха» (образец №4). Все образцы соответствуют требованиям санитарным нормам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8558.1-78 Межгосударственный стандарт. Продукты мясные. Методы определения нитрита (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200021606> (дата обращения: 28.01.2021).
2. ГОСТ 9958-81 Межгосударственный стандарт. Изделия колбасные и продукты из мяса. Методы бактериологического анализа (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016985> (дата обращения: 28.01.2021).
3. ГОСТ 9959-2015 Межгосударственный стандарт. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки (с Поправкой) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133106> (дата обращения: 28.01.2021).
4. ГОСТ 9793-74 Межгосударственный стандарт. Продукты мясные. Методы определения влаги (с Изменениями N 1, 2, 3) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901712025> (дата обращения: 28.01.2021).
5. ГОСТ 10574-91 Продукты мясные. Методы определения крахмала (с Поправкой) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016984> (дата обращения: 28.01.2021).
6. ГОСТ 26186-84 Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200022778> (дата обращения: 31.01.2021).
7. ГОСТ 31498-2012 Межгосударственный стандарт. Изделия колбасные вареные для детского питания. Технические условия [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293785/4293785625.pdf> (дата обращения: 31.01.2021).

8. Лихачева Е.И. Товароведение и экспертиза мяса и мясных продуктов: учеб. пособие / Е.И. Лихачева, О.В. Юсова. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2017. – 304 с.

9. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса, мясопродуктов. Качество и безопасность: учеб. пособие / В.М. Позняковский. – 3-е изд. – Саратов : Вуз. обр. 2014. – 527 с.

10. СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов" (с изменениями на 6 июля 2011 года) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901806306> (дата обращения 01.02.2021).

SANITARY AND HYGIENIC ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SAUSAGES INTENDED FOR CHILDREN'S NUTRITION

Annotation. The article presents the results of a sanitary and hygienic assessment of the quality of sausages recommended for feeding children over three years of age in terms of organoleptic, physicochemical and microbiological indicators of sausage products using 4 samples as an example. Conclusions are made about the quality and safety of their use.

Key words: sausages, quality, organoleptic indicators, physical and chemical indicators, microbiological indicators.

Makarenko I.S.

Scientific adviser: Shvindina E.S., senior lecturer

Donetsk National University

E-mail: sergeevna.irischka2017@yandex.ua

УДК 574.2:57.018.4(477.62)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ЯСНОТКОВЫХ НА ДОНБАССЕ

Мартыненко А.В.

*Научный руководитель: Остапко В.М., д.б.н., проф.
ГОУ ВПО Донецкий национальный университет*

Аннотация. В данной работе рассматривается изменчивость лекарственных видов семейства яснотковых природной флоры Донбасса – *Salvia tesquicola* Klokov et Pobed., *Thymus marschallianus* Willd., *Origanum puberulum* (G. Beck) Klokov, *Mentha arvensis* L. и не местных культивируемых – *Salvia officinalis* L., *Nepeta transcaucasica* Grossch., *Hyssopus officinalis* L., *Mentha piperita* L., *Mentha crispa* L. при интродукции растений в новые экологические условия в Донбассе. Установлено, что по возрастанию коэффициента вариации признаки распределяются следующим образом: длина листовой пластинки, ширина листовой пластинки, длина соцветия, высота растения, число цветков в соцветии.

Ключевые слова: Донбасс, *Lamiaceae* Martinov, интродукция, модификационная изменчивость, лекарственное растение.

В настоящее время, человек широко использует лекарственные растения для лечения целого ряда заболеваний и отдает предпочтение именно им, а не химическим препаратам, так как они более дешевые, менее токсичны и их можно применять более длительное время [1].

Лекарственные растения относятся к группе экономически важных видов, которые являются ценными природными ресурсами. Необходимым шагом на пути к широкому возделыванию лекарственных растений является их первичная интродукция в условиях ботанических садов или других интродукционных центров с целью обогащения

культурной флоры конкретного региона ценными в хозяйственном отношении видами, их более полного и рационального использования, а также соответственно максимального охвата разнообразия растительного мира [2].

В основе деятельности каждого ботанического сада лежит решение проблемы интродукции растений. Главной целью при этом, с одной стороны, является обогащение флоры конкретного региона новыми ценными в хозяйственном отношении видами, а с другой – более полное и рациональное использование природных ресурсов. В соответствии с этой целью решаются задачи по созданию, изучению и сохранению живых коллекций [3].

В естественных условиях Донбасса произрастает большое количество видов лекарственных растений, но они не охватывают весь спектр необходимых лечебных свойств. Поэтому для этого региона вопрос интродукции таких растений весьма актуален и этим занимается ГУ «Донецкий ботанический сад», где имеются специальные коллекции лекарственных растений [4].

С каждым годом возрастает интерес к использованию фитотерапии в лечебной практике. Введение в культуру новых лекарственных растений природной флоры представляет определенную научную и практическую значимость. Несомненно, перспективными являются не только виды, которые традиционно используются в фармакологии, но и виды, интродуцированные из-за ограниченности их естественного ареала [5].

Один из путей обеспечения высокого качества лекарственного растительного сырья – интродуцировать новые лекарственные растения и вести с ними селекционную работу.

Актуальность интродукционного исследования представителей семейства яснотковых – *Lamiaceae* Martinov определяется наличием большого числа видов в этом семействе, относящихся к ценным лекарственным, эфиромасличным растениям, которые эффективно используются в медицине, парфюмерии и кулинарии. Интерес к лекарственным растениям, значительно возрастает, поскольку широко используемые синтетические препараты, помимо оказанного ими положительного эффекта, часто могут оказывать серьезное побочное действие на организм человека, в частности, вызывать аллергические реакции. Общеизвестно, что препараты природного происхождения обладают менее вредным воздействием, что позволяет широко применять их в профилактике и лечении различных заболеваний.

Целью работы является изучение модификационной изменчивости лекарственных растений семейства *Lamiaceae* Martinov, интродуцированных в ГУ «Донецкий ботанический сад».

Объектами исследования послужили интродукционные образцы коллекции лекарственных растений. Это виды, интродуцированные из природной флоры Донбасса – *Salvia tesquicola* Klokov et Pobed., *Thymus marschallianus* Willd., *Origanum puberulum* (G. Beck) Klokov, *Mentha arvensis* L., и инорайонные интродуценты – *Salvia officinalis* L., *Nepeta transcaucasica* Grossch., *Hyssopus officinalis* L., *Mentha piperita* L., *Mentha crispa* L.

Изучение закономерностей изменчивости растений при интродукции в новые для них условия среды позволяет исследовать специфику адаптации их к этим условиям, а также составить представление о широте их адаптационного потенциала [1].

При интродукции растений в новые экологические условия нередко растения реагируют изменением характерных для них в природных условиях параметров – (размеры отдельных органов, степень ветвления, проявление качественных признаков), что относится к модификационной изменчивости. Важно знать какие адаптационные изменения происходят при интродукции лекарственных растений, чтобы оценивать

успешность интродукции и прогнозировать качество и объёмы получаемого растительного сырья. Стабильность морфометрических показателей различных частей растений – важный показатель для осуществления сбора растительного сырья.

Нами изучено варьирование ряда морфометрических параметров и биологическая продуктивность надземной массы опытных растений. В частности, исследована изменчивость длины побега, длины соцветия, длины и ширины листовой пластинки и количества цветков в соцветии. Полученные результаты измерений сравнивали с данными, приведенными в описаниях видов во «Флорах» и «Определителях».

Важным признаком является длина побега, или высота растения. По результатам измерения длины побега (табл. 1) видно, что размерные признаки изученных видов лекарственных растений укладываются в диапазон их изменчивости в соответствии с типовыми описаниями. В условиях культуры наименее варьирующими по высоте являются *Mentha piperita* и *Salvia tesquicola*. Существенные различия по варьированию наблюдаются у разных видов одного рода.

Таблица 1 – Изменчивость лекарственных видов семейства Яснотковых по длине побега

Вид	M±m, см	V, %	Min, см	Max, см
<i>Salvia officinalis</i>	37,8±4,1	35	20	58
<i>Salvia tesquicola</i>	57,4±2,0	11	47	65
<i>Nepeta transcaucasica</i>	40,3±1,7	13	33	50
<i>Thymus marschallianus</i>	19,7±1,8	29	10	27
<i>Origanum puberulum</i>	41,1±2,6	20	28	50
<i>Hyssopus officinalis</i>	40,9±1,6	12	33	50
<i>Mentha piperita</i>	39,8±1,1	9	34	45
<i>Mentha arvensis</i>	17,4±1,3	23	14	28
<i>Mentha crispa</i>	25,2±1,3	16	19	31

Примечание к таблицам 1–5. M±m – среднее арифметическое и его ошибка; Min – минимальное значение выборки; Max – максимальное значение выборки; V – коэффициент вариации.

По полученным результатам измерения длины соцветия (табл. 2) также можно видеть, что размерные признаки изученных лекарственных видов полностью укладываются в диапазон их природной изменчивости. Наиболее стабильным по этому параметру является *Nepeta transcaucasica*.

Таблица 2 – Изменчивость лекарственных видов семейства Яснотковых по длине соцветия

Вид	M±m, см	V, %	Min, см	Max, см
<i>Salvia officinalis</i> L.	14,1±1,4	32	9	21,5
<i>Salvia tesquicola</i> Klokov et Pobed	12,7±1,3	30	7,5	18
<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossch.	18,1±1,1	19	11	22,5
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	7,1±0,7	32	4	11

Далее, исходя из полученных результатов измерения длины листовой пластинки (табл. 3) можно утверждать, что их показатели стабильны (это видно по низкому коэффициенту вариации).

Таблица 3 – Изменчивость лекарственных видов семейства Яснотковых по длине листовой пластинки

Вид	M±m, см	V, %	Min, см	Max, см
<i>Salvia officinalis</i> L.	5,8±0,3	19	4	7,5
<i>Salvia tesquicola</i> Klokov et Pobed	9,5±0,5	17	7	11
<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossch.	3,2±0,1	13	2,5	4
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	1,4±0,1	20	1	1,8
<i>Origanum puberulum</i> (G. Beck) Klokov	4,2±0,2	14	3	5
<i>Hyssopus officinalis</i> L.	3,1±0,1	9	2,8	3,8
<i>Mentha piperita</i> L.	4,8±0,2	16	3,2	5,7
<i>Mentha arvensis</i> L.	2,3±0,1	20	1,5	3
<i>Mentha crispa</i>	2,8±0,2	19	2,2	3,5

По результатам измерения ширины листовой пластинки (табл. 4) можно утверждать, что показатели стабильны, на что указывает коэффициент вариации. По этому параметру наименее варьирующими видами являются *Origanum puberulum* и *Salvia tesquicola*.

Таблица 4 – Изменчивость лекарственных видов семейства Яснотковых по ширине листовой пластинки

Вид	M±m, см	V, %	Min, см	Max, см
<i>Salvia officinalis</i> L.	2,1±0,2	25	1,4	2,7
<i>Salvia tesquicola</i> Klokov et Pobed	8,2±0,3	10	7	9,5
<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossch.	2,2±0,2	22	1,1	3
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	0,4±0,02	15	0,3	0,5
<i>Origanum puberulum</i> (G. Beck) Klokov	2,0±0,1	7	1,7	2,2
<i>Hyssopus officinalis</i> L.	0,6±0,03	18	0,5	0,8
<i>Mentha piperita</i> L.	1,9±0,1	12	1,5	2,3
<i>Mentha arvensis</i> L.	1,7±0,1	13	1,3	2
<i>Mentha crispa</i>	2,4±0,2	23	1,5	3

К наиболее переменным показателям относится количество цветков в соцветии (табл. 5). В условиях культуры наиболее варьирующими по длине соцветия являются *Salvia officinalis* L. и *Nepeta transcaucasica* Grossch. Менее всего варьирует *Salvia tesquicola* Klokov et Pobed.

Thymus marschallianus Willd. укладывается в диапазон его природной изменчивости.

Таблица 5 – Изменчивость лекарственных видов семейства Яснотковых по количеству цветков

Вид	M±m, см	V, %	Min, см	Max, см
<i>Salvia officinalis</i> L.	10,1±1,7	54	4	18
<i>Salvia tesquicola</i> Klokov et Pobed	8,7±0,6	22	5	12
<i>Nepeta transcaucasica</i> Grossch.	12,4±2,2	55	5	23
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	10,4±1,1	34	6	18

По результатам исследования морфометрических параметров некоторых лекарственных видов показали, что в условиях коллекции этих растений в ГУ «Донецкий ботанический сад» изученные виды развиваются до достижения свойственных им размеров к стадии фенологической фазы, рекомендованной для сбора растительного лекарственного сырья, когда отмечается наибольшее количество биологически активных веществ. Отсюда можно сделать вывод, что размерные признаки изученных видов сем. *Lamiaceae* Martinov в условиях коллекции ГУ «Донецкий ботанический сад» полностью укладываются в диапазон изменчивости вида в природных условиях. По степени стабильности признаки распределяются по мере возрастания коэффициента вариации следующим образом: длина листовой пластинки, ширина листовой пластинки, длина соцветия, высота растения, число цветков в соцветии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лекарственные растения Донбасса: учебное пособие для студентов 5 курса специальности «Биология» для изучения курса «Лекарственные растения» / Р.Я. Исаева, Ю.В. Гаврилюк. – Луганск, 2014. – 113 с.
2. Влияние биологических особенностей видов лекарственных растений на результаты интродукции / Е. С. Васфилова, О. Е. Сушенцов, К. С. Зайнуллина, и др. // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2014. № 2. С. 4-9.
3. Бедуленко М.А. Интродукция, экологический аспект и современные направления изучения и применения лекарственного, пряно-ароматического и эфирномасличного растения *Monarda fistulosa* L. // Труды БГУ. – 2013. – Том. 8, часть 2 – С. 52 – 60.
4. Донецкий ботанический сад: история и современность / Под. Общ. Ред. С.А. Приходько. Донецк: ООО «ИПП «ПРОМИНЬ», 2020. 324 с.
5. Самойленко Н.А., Самойленко Т.Г. Адаптационные возможности лапчатки индийской (*Potentilla indica*) при интродукции в Северном Причерноморье // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы II международной научной конференции. – Новосибирск, 2015. – С. 166 – 169.

VARIABILITY OF MEDICINAL PLANTS OF THE LAMIACEAE FAMILY IN DONBASS

Annotation. This work examines the variability of medicinal species of the family of Lamiaceae of the natural flora of Donbass - *Salvia tesquicola* Klokov et Pobed., *Thymus marschallianus* Willd., *Origanum puberulum* (G. Beck) Klokov, *Mentha arvensis* L. and non-local cultivars - *Salvia officinalis* L., *Nepeta transcauca* Grossch., *Hyssopus officinalis* L., *Mentha piperita* L., *Mentha crispa* L. during the introduction of plants into new ecological conditions in the Donbass. It was found that, as the coefficient of variation increases, the traits are distributed as follows: length of a leaf blade, width of a leaf blade, length of an inflorescence, height of a plant, number of flowers in an inflorescence.

Keywords: Donbass, Lamiaceae Martinov, introduction, modification variability, medicinal plant.

Martynenko A.V.

Scientific adviser: Ostapko V.M. Doctor of Biological Science, Professor

Donetsk National University

E-mail: a_valeryevna@mail.ru

УДК 581.4 : 581.15 (477)

АНАЛИЗ НОВОГОДНЕГО СЮЖЕТА В ФИТОКОМПОЗИЦИЯХ

Низейка И.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Проведен анализ эстетических трендов при создании фитокомпозиций новогоднего сюжета в 2021 г. Апробированы выявленные тенденции на примере конкретной новогодней флористической композиции.

Ключевые слова: флорокомпозиции, фитодизайн, колористика, СНО ДонНУ

Работа профессионального дизайнера – неотъемлемая часть жизни современного человека [1]. В разнообразии образовательных [2–5] и научных [3, 6] программ кафедры ботаники и экологии ДонНУ деятельность членов СНО обязательным образом сочетается с цветочно-декоративным искусством [6–11] и элементами внедрения результатов в учебную и практическую деятельность студентов [7, 10, 12]. Характер тематического направления связан не только с созданием композиций по законам и канонам эстетизма, но и в связи с региональными потребностями покупателя. В перспективе такая идея может рассматриваться как элемент бизнес-плана по подготовке и реализации ботанико-дизайнерской продукции, предусматривающей разные варианты использования. Ранее нами было установлено, что при выборе отдельных готовых букетов покупатель руководствуется несколькими принципами и, если элиминировать ценовую политику, то выбор букета будет зависеть от ассортимента декоративных элементов, более подходящей по колористке цветовой композиции, а также от формы букета, что связано с предполагаемым удобством при транспортировке, эксплуатации и размещении для временного хранения при сохранении начальных стадий декоративности (или её динамике при хранении после торжественного момента) [12].

Цель работы – провести анализ эстетических трендов при создании фитокомпозиций новогоднего сюжета, апробировать выявленные тенденции на примере конкретной новогодней композиции.

Одним из методов определения эстетических трендов является процедура голосования людей в социальных сетях, в таком случае можно оценить не только каждую из предлагаемых в использовании композиций флористического содержания, но и проанализировать предпочтения голосовавших по половой принадлежности, в возрастной стратификации и частично установить географические особенности голосовавших. Некогда популярные розы на срез сейчас не пользуются спросом, поскольку можно купить за ту же сумму композицию долгосрочного использования из природных материалов, скелет которых составляют, например, побеги хвойных растений. Такая композиция имеет колористические преимущества за счет декора новогодней тематики и возможной акцентуализации за счет плодово-ягодных элементов композиции. Установлено, что важными критериями выбора и покупки композиции является способ ее транспортировки, упаковки и целостности при переносе, а также предполагаемый способ дальнейшего ухода и самостоятельного продления эстетической ценности купленного объекта. В таких требованиях предпочтение отдается деревянному каркасу по типу флористического ящика или сумочки с установленными в нем способами крепления и фиксации каждого элемента композиции в отдельности.

С учетом обозначенных трендов, выбора голосующих за отдельные элементы композиции и в целом за флористическую конструкцию нами была предпринята попытка

самостоятельного создания новогодней фитокомпозиции по тенденциям выбора 2021 года (рис. 1-3).



Рис. 1 – Внешний вид новогодней флористической композиции при среднем комнатном освещении (вид сверху-сбоку)

Обозначенные тренды самостоятельно собранной флористической композиции: прямоугольный каркас с асимметричными скелетными выходами ветвей хвойных растений, сочетания фоновых зеленого (сизого) и белого, а центральных – красного – цветов в композиции.



А

Б

Рис. 2 – Новогодняя флористическая композиция при смене угла обзора и стандартном комнатном освещении: А – вид снизу-сбоку, Б – вид сверху-сбоку.

Сюжетная линия соответствует тематическому направлению: наличие елочных игрушек, элементов декора с отсвечивающими (блестящими) поверхностями, создано несколько центров композиции, которые имеют успешный эстетический вид при разных углах обзора, что выгодно при расположении композиции в центре комнаты или в месте с предполагаемыми несколькими углами обзора (рис. 2).

Методика обработки данных заключалась в создании модельных вариантов и многочисленного предварительного и итогового голосования в социальных сетях. Общий объем выборки для предварительного принятия решения в отборе – первой тысячи мнений, для итогово-контрольного учета – первые 100 голосов. Весь эксперимент был разделен на два принципиально разных подхода: по сочетанию или варьированию цветовой гаммы букета разного целевого назначения и по геометрическим особенностям создаваемого букета. Итоговые данные сводили в обобщающие таблицы.

В рамках обсуждения остался вопрос критерия обонятельных предпочтений. В условиях создания такой композиции в каркасе с хвойными породами этот вопрос нивелируется естественным запахом эфирных масел, хотя также есть и способы усилить запах дополнительными ароматическими средствами.



Рис. 3 – Новогодняя флористическая композиция в условиях комнатного освещения и декорировании дополнительными элементами точечного освещения при отсутствии фонового белого освещения:

А – вид сбоку (фронтальный), Б – сверху-сбоку (угловой дистальный).

Важным требованием к новогодней композиции является также возможность сохранения празднично-эстетического свойства в разные суточные периоды и при разном освещении, что успешно можно акцентуализировать дополнительной точечной подсветкой (рис. 3).

В данном случае мы использовали цвет точечного освещения с контрастно радикально меняющимся сюжетом композиции: из зелено-белого-красного (см. рис. 2 рис 3А) композицию преобразовали в черно-синюю при полном отсутствии бокового или верхнего белого освещения (см. рис. 3А и переход на 3Б) – это позволяет разнообразить праздничную атмосферу в помещении и многофункционально использовать созданный арт в бытовых эстетических целях.

Таким образом, нами проведен анализ эстетических трендов при создании фитокомпозиций новогоднего сюжета (по геометрическим тенденциям, цветовой гамме, общей размерности и пропорциям, транспортировке и компактизации элементов

конструкции), апробированы выявленные тенденции на примере конкретной новогодней композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грожан Д.В. Справочник начинающего дизайнера. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 318 с.
2. Сафонов А. И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. С. 274–275.
3. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсы, технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
4. Сафонов А.И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. научн. конф. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
5. Сафонов А.И. Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
6. Пчеленко О.В., Сафонов А.И. Первичная оценка эстетической ценности видов природной флоры в антропогенно нарушенной среде // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 109-110.
7. Захарова М.С., Сафонов А.И. Создание малых цветочных композиций социально-бытового назначения // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 116-117.
8. Сенина А.В., Сафонов А.И. Эколого-эстетическая оценка каменистых горок урбанизированной среды // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 141-142.
9. Сенина А.В., Сафонов А.И. Критерии ботанико-экологического анализа альпинариев г. Донецка // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 112-114.
10. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.
11. Пчеленко О.В. Структурный адаптациогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.
12. Низейка И.В., Рявкина К.А. Цветовые схемы и геометрия при формировании флорокомпозиций широкого спектра целевого назначения // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.

ANALYSIS OF THE NEW YEAR'S PICTURE IN PHYTOCOMPOSITIONS

Annotation. The analysis of aesthetic trends in the creation of phytocompositions of the New Year's theme in 2021 was carried out. The identified trends were tested on the example of a specific New Year's floristic composition.

Keywords: flora compositions, phytodesign, coloristics, SSS DonNU

Nizeika I.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: iruskaboldovskaya@list.ru

УДК 582.296.32 : 632.15 (477)

ПРИРОСТ БИОМАССЫ МОХООБРАЗНЫХ НА ПРИМЕРЕ *AULACOMNIUM PALUSTRE* (HEDW.) SCHWAEGR

Ночвина Т.С.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Изучен прирост биомассы бриофита *Aulacomnium palustre*, произрастающего на территориях с различными экологическими характеристиками (побережье р. Нижняя Крынка г. Зугрес и Ботанический заказник «Зорянская степь» г. Макеевки). Состояние биомассы сравнивали на вышеуказанных участках в течение двух последовательных вегетационных сезонов (2019–2020 гг.).

Ключевые слова: мохообразные, биомасса, бриофиты, *Aulacomnium palustre*, Центральный Донбасс

За последние несколько лет интерес к экологии мохообразных увеличился до высокого уровня и носит экспериментальный характер [1–4]. Ранние исследования сообществ мохообразных привели к детальным исследованиям взаимоотношений между растениями и окружающей природной и техногенной средой. Хотя *Bryophyta* представляет собой относительно небольшую систематическую группу растений, насчитывающую от 14000 до 21000 видов, интерес, который они вызвали, несоизмерим с размером растений или подразделения. Однако очевидно, что, несмотря на свою относительную незначительность, они играют особую экологическую роль, особенно в экстремальных условиях, и могут даже быть доминирующим фактором в экологии соответствующей области. Особые проблемы вызывает анализ сообществ мохообразных, а именно аспекты их физиологической экологии. Так, засухоустойчивость и питание представляют особый интерес, а недавний всплеск интереса к загрязнению атмосферы выявил новый аспект значимости этой группы.

Биомасса представляет собой общую массу особей одного вида, группы видов или сообщества в целом, приходящаяся на единицу площади или объема их местообитания, которая выражается в массе сырого или сухого вещества (г/м²). Мохообразные Центрального Донбасса недостаточно изучены, следствием актуализации данной темы является повышенный научный интерес [2, 5–7]. Настоящее исследование посвящено виду – *Aulacomnium palustre* (аулакомниум болотный) семейства *Aulacomniaceae* Schimp., относящийся к роду *Aulacomnium* Schwagr [8].

Исследования проводили с апреля по ноябрь в вегетационный период 2019 года и с марта по ноябрь 2020 г. Каждая из изученных территорий расположена в Центральном Донбассе:

участок 1 – побережье р. Нижняя Крынка в г. Зугрес, – характеризуется берегами скалистого и илистого типа, на данной территории повышенная влажность (как воздуха, так и почвенного субстрата), отмечается изменчивая сезонная рекреационная нагрузка на этот участок. На побережье редко, но встречаются замусоренные участки (стихийные свалки). Такой фактор, в свою очередь, неблагоприятно влияет на состояние окружающей среды локально и в целом. На участке вода всегда ниже уровня земли, и только в исключительных случаях после продолжительных дождей она когда-либо достигает поверхности;

участок 2 – Ботанический заказник «Зорянская степь» г. Макеевки. Этот участок был выбран для возможности (контрольного) сравнения, так как техногенная и рекреационная деятельность на территории полностью или частично отсутствует. На

участке отмечалась низкая влажность в каждый из периодов, особенно в летний. Застаивающихся вод на поверхности почвы не было обнаружено.

В связи с большими различиями использований местообитаний вида, эти участки были выбраны для сравнительных исследований и оценки состояния биомассы *Aulacomnium palustre* и продукции органического вещества этим видом в течение двух вегетационных сезонов [9–12].

Цель работы – изучить динамику роста *Aulacomnium palustre*, состояние его биомассы в 2019 и 2020 годах.

Краткая характеристика вида: местопроизрастание аулакомниума болотного – сырые луга и болота, берега водоемов, сырая почва и покрытые почвой валуны, гниющая древесина. Жизненной формой является настоящая дернина [1, 2].

Вид характеризуется рыхлыми и плотными дерновниками, большая часть желто-зеленая, коричнево-густовойлочная, до 10-16см высотой, встречается и выше. Листья имеют длину около 2,5-3,0 мм, часто скрученные, линейно-ланцетные, заостренные или туповатые, с плоским или слабо отогнутыми, вверху с зубчатыми или цельными краями. При высыхании листья становятся несколько хрустящими и скрученными. Жилка заканчивается до верхушки листа. Вегетативное размножение посредством выводковых листочков. Доминирующая жизненная стратегия – бриовиолент, бриопациент [1].

Измерения надземной биомассы растений состояли в анализе образцов бриофита, собранных на вышеуказанных исследуемых участках. Для изучения были выбраны участки поверхности, покрытые примерно одновидовым ковром. Образцы для лабораторного изучения отбирали с интервалом в месяц с апреля по ноябрь 2019 г. и с марта по ноябрь 2020 г. На этих участках образцы были вырезаны с помощью опасного лезвия. Каждый месяц отбор проб производился с повторностью 8 раз (8 x 100 см²). Всего в 2019 г. было проанализировано 64 образца, а в 2020 г. – 72, то есть всего 136 образцов на 100 см².

Собранные образцы переносили в полиэтиленовых пакетах в лабораторию Биологического факультета ДонНУ, на кафедру Ботаники и экологии, где каждый из образцов был анализирован отдельно. Мы разделяли бриобионтов на отдельных особей, очищали и промывали проточной, а затем и дистиллированной водой, для того, чтоб очистить образцы от песка, грунта и грязи; после подсчитывали побеги вида *Aulacomnium palustre*. Вследствие, каждый из сегментов взвешивался отдельно. Для процедуры взвешивания материала нами использовались аналитические весы с точностью до ± 0,0001 г.

Из каждой пробы с 100 см² была измерена длина пятидесяти случайно выбранных особей, то есть за один месяц нами была определена длина двухсот особей, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя длина особей в 2019 – 2020 годах

Место сбора	Год	М ар	А пр	М ай	И ю нь	И ю ль	А вг	С е нт яб	О кт яб	Н оя бр
участок 1	2019	6.5	9.2 5.7	10.4 6.1	10.1 4.1	9.4 4.0	11.8	11.4	9.6	9.0
	2020	0.4	1.0 1.03	1.4 1.6	2.1 3.1	2.4 2.5	5.8	6.4	8.5	6.8
участок 2	2019	7.7	8.4	10.1 6.4	10.7 5.7	9.9 4.0	10.9	9.8	9.3	7.6
	2020	0.5	0.8	1.3 2.8	3.0 7.7	2.0 1.7	6.0	7.2	6.8	5.5

Примечание: данные указаны в см.

В ходе эксперимента нами была измерена длина светло-зеленых сегментов 2020 года и темных сегментов 2019 года.

Установлено, что наивысший показатель роста был отмечен с апреля по июнь в каждый вегетационный период. Наибольшие значения отмечены в мае, июне и августе, что вероятно связано с благоприятными климатическими условиями на каждом из участков. Наименьшие показатели соответствуют марту и апрелю в 2019 и 2020 годах. Это объясняется неустойчивыми климатическими характеристиками территорий в описанный период.

Биомассу рассчитывали в каждом сезоне путем умножения веса одной особи в определенные месяцы на среднее количество особей *Aulacomnium* на изученных участках.

Число исследованных особей на 100 см² поверхности побережья р. Нижняя Крынкав г. Зугрес (участок 1) находилось в пределах 128-97 в 2019 г., и 135-84 в 2020 г. Данные для территории Ботанического заказника «Зорянская степь» г. Макеевки (участок 2) были несколько ниже для вегетационного периода в 2019 г. 102-53 и в 2020 г. – 109-87. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состояние биомассы по месяцам в 2019 и 2020 гг.

Год	Месяц	Участок 1			Участок 2		
		Средний вес 1 особи	Количество особей	Состояние биомассы	Средний вес 1 особи	Количество особей	Состояние биомассы
2019	Апрель	0.0101	128	1.2928	0.0093	135	1.2555
	Май	0.0164	100	1.64	0.0153	127	1.9431
	Июнь	0.0222	98	2.1756	0.0193	113	2.1809
	Июль	0.0128	101	1.2928	0.0210	98	2.058
	Август	0.0099	120	1.188	0.0158	94	1.4852
	Сентябрь	0.0111	98	1.0878	0.0196	86	1.6856
	Октябрь	0.0113	96	1.0848	0.0160	88	1.408
	Ноябрь	0.0097	97	0.9409	0.0124	84	1.0416
2020	Март	0.0087	102	0.8874	0.0115	109	1.2535
	Апрель	0.0116	100	1.16	–	–	–
	Май	0.0132	92	1.2144	0.0214	102	2.1828
	Июнь	0.0083	95	0.7885	0.0109	100	1.09
	Июль	0.0054	98	0.5292	0.0106	100	1.06
	Август	0.0069	104	0.7176	0.0070	94	0.658
	Сентябрь	0.0069	99	0.6831	–	–	–
	Октябрь	0.0112	95	1.064	0.0101	89	0.8989
Ноябрь	0.0129	53	0.6837	0.0079	87	0.6873	

Примечание: «–» – отсутствие данных.

Из этих данных следует, что количество особей на 100 см² достаточно широко варьируется. На основании анализа 136 образцов исследуемого нами вида и аналогичного количества образцов других видов. Например, *Polytrichum commune*, демонстрирующих аналогичную изменчивость в количестве. Это число зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются: осадки, температура, а также месяц, в котором была взята проба для изучения.

Длина особей из выборок, отбираемых каждый месяц, измерялась градуированной меркой с точностью до 1 мм. С августа по ноябрь измеряли длину особей в целом. Прирост этого года было достаточно легко отличить от прироста зимующей части, поскольку последняя была темно-зеленой, а более молодые сегменты были гораздо более светлого цвета. Карл из Тамма в 1954 применил такое разделение в своих исследованиях продуктивности вида *Hylocomnium splendens*.

С увеличением зеленой массы начинается ее разложение, так, начиная с июня, в 2020 года нижние части побегов начинают быстро темнеть. Завершается интенсивный рост зеленой массы, и уже не ясно, является ли весь ярко-зеленый июльский прирост этого года. Результаты измерений показали, что приросты мхов на обоих участках в 2019 г. были более интенсивными, чем в 2020 г. В июне 2019 г. на побережье реки особи достигли максимальной длины – 13.2 см, прирост в этом году составил – 2.1 см. В 2020 г. максимальная длина была достигнута в мае и составила 7.7 см, а показатель прироста – 1.6 см.

На береговой линии р. Нижняя Крынка г. Зугрес в 2019 г. наиболее интенсивный рост наблюдался до июня. В этом месяце длина особей составляла 14 см, что составляет 3 см прироста в этом году. Максимальный прирост в 2020 г., как и на других лугах в мае, составил 2.8 см, целые особи – в среднем 9.2 см.

Начиная с июня, длина особей заметно уменьшилась. Такое изменение может быть связано напрямую с более интенсивным процессом распада нижних частей побегов по сравнению с удлинением роста. В конце вегетационного периода средняя длина побегов бриобионта на территории «Зорянской степи» составляла в 2019 г. – 9 см, а в 2020 г. – 6.8 см, а на побережье р. Нижняя Крынка соответствующие значения достигали 8.8 и 5.5 см.

Установлено, что общая биомасса состоит помимо зеленой массы текущего года, из прошлогодней биомассы и частично из мертвых фрагментов. Поэтому в настоящем исследовании производство и состояние биомассы исследовались отдельно. Состояние биомассы определялось для всего вегетационного сезона путем исследования всего живого мха. Двухлетние исследования показали, что на участке 1 в 2019 году биомасса была в два раза выше, чем в 2020 году. На участке 2 практически не было различий между полученными результатами за два года.

В 2019 г. величина биомассы мохообразных на Побережье р. Нижняя Крынка и на территории Ботанического заказника «Зорянская степь» составляла 1.3 и 1.6 г/м² соответственно, а соответствующие значения для 2020 года составляли 0.86 и 1.12 г/м². Нужно отметить, что представленная информация является эксклюзивной, поскольку публикации за последние 30 лет по этой территории отсутствуют.

Перспективы на будущие исследования: мохообразные произрастают на различных средах обитания и, несмотря на свой незначительный размер, играют весомую роль во многих экосистемах.

С помощью полученных данных планируется изучение регенерации бриофитов на примере *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr. Динамика развития популяций *Аулокомния болотного* находит отражение в вегетативном размножении и регенерации. Листья, отделившиеся от побега, образуют два вида протонем – хлоронему и каулонему, в которых развивается гаметофор. Наиболее активна в процессе регенерации прикорневая часть листьев. Повышенная интенсивность света ускоряет регенерацию. Размножение путем чередования поколений, то есть двухфазный цикл развития, который обычно считается нормальным, играет меньшую роль в естественных условиях, чем вегетативное размножение и регенерация, особенно у видов, редко производящих спорофиты, например, *Aulacomnium palustre*. Подобные исследования регенерации

листьев в семействе *Polytrichaceae* были выполнены Chopra и Sharma (1958). Вегетативное размножение и регенерация обеспечивают долговечность популяций мохообразных на долгие годы существования до радикального изменения экологических факторов в окружающей среде. То есть планируется детальное изучение указанного фактора на изучаемых участках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алемасова А.С., Сафонов А.И., Сергеева А.С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60–65.
2. Сергеева А.С., Алемасова А.С., Сафонов А.И. Бриоиндикация состояния воздуха в промышленной части Северного Приазовья // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 272–274.
3. Сафонов А.И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 270–271.
4. Сергеева А.С., Алемасова А.С., Сафонов А.И. Накопление тяжелых металлов гаметофитами мохообразных в экотопах промышленного Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 217–218.
5. Сафонов А. И. Актуальные позиции индикаторных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 252–254.
6. Сафонов А.И., Морозова Е.И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4. – С. 24–31.
7. Морозова Е. И., Сафонов А.И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317-318.
8. Сафонов А.И., Морозова Е.И. Мохообразные Донецкой агломерации: иллюстрированный атлас и бриоиндикация. – Донецк: ДонНУ. – 2018. – 128 с.
9. Сафонов А. И., Морозова Е.И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 1–2. – С. 33–43.
10. Морозова Е. И., Сафонов А.И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых. – (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.
11. Бондарь Е.Н., Ночвина Т.С., Цеплая Е.А. Бриобионты городских агломераций Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Естественные науки. – Донецк: ДонНУ. – 2020. – Вып. 12. Т.1. – С. 31-34.
12. Ночвина Т.С. Распределение мохообразных по типу местопроизрастания на территории г. Зугрэс // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Естественные науки. – Донецк: ДонНУ. – 2020. – Вып. 12. Т.1. – С. 113-116.

GROWTH OF MOSS BIOMASS ON THE EXAMPLE OF AULACOMNIUM PALUSTRE (HEDW.) SCHWAEGR

Annotation. The report studied the biomass growth of the bryophyte *Aulacomnium palustre* growing in territories with different characteristics (the coast of the Nizhnyaya Krynka River in the city of Zugres and the Botanical Reserve "Zoryanskaya Steppe" in Makeevka. The state of biomass was compared at the above sites during two consecutive growing seasons (2019-2020).

Keywords: mosses, biomass, bryophytes, *Aulacomnium palustre*, Central Donbass

Nochvina T.S.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: nochvina.t@yandex.ru

УДК 581.15 : 58.02 (477.60)

ОПЫТ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ В ДОНБАССЕ

Пчеленко О.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Проведена лабораторная оценка пригодности почвогрунтов промышленных и квазинатурных экотопов Донбасса методом фитотестирования. Установлен ранжированный тренд условной токсичности образцов эдафической среды для роста и развития устойчивой тест-культуры.

Ключевые слова: Донбасс, фитотестирование, почвогрунты промышленного региона.

За период многоцелевого фитотестирования в Донбассе [1] в последние годы на основании лабораторного эксперимента на проростках типичных для промышленных зон видов растений установлена их металлоторансформантность и оценены почвенные образцы на предприятиях-загрязнителях способом тканевого корневого фитотестирования. В целом изучение растений в промышленно напряженном регионе [2–6] реализуется в системе биоиндикационных исследований [3, 4, 7, 8], для ботанических экспертиз [6, 9, 10] и в экологическом мониторинге [8, 11–13], что также находит свое отражение в деятельности студенческого научного общества кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета [14, 15].

Цель работы – методом фитотестирования установить ранжированный тренд условной токсичности образцов эдафической среды для роста и развития устойчивой тест-культуры. В качестве тест-культуры использовали районированный в Донбассе сорт "Белоснежка" вида *Triticum aestivum* L. – это удобная лабораторная культура для проведения такого рода экспериментов.

Для ранжированного ряда были сформированы четыре группы почвогрунтов и проведены исследования внутри групп, а также представлены межгрупповые сравнения: 1) урбанозём культурфитоценоза (были использованы почвенные образцы пяти приусадебных участков в центральных районах г. Донецка); 2) урбанозём селитебного экотопа (участки непосредственной жилой застройки многоэтажных зданий Донецка и Макеевки); 3) эдафический субстрат рудерального экотопа (почвенные образцы в зоне влияния бытовых свалок – мест временного складирования бытового мусора, локально организованных в центральных районах г. Донецка); 4) эдафический субстрат полностью трансформированного экотопа (на примере образцов породы терриконики в черте г. Донецка). Статистический анализ сравнения результатов фитотестирования на уровне объема выборки 300 плодов фитотестатора в пятикратной повторности по t-критерию Стьюдента не дел достоверной разницы внутри обозначенной группы, тогда как межгрупповые сравнения в том же объеме выборки достоверно различались. Визуальная разница представлена на рис. 1-2 (по модельным образцам сравнительного эксперимента) – в дифференциации на типы эдафотопов (рисунок 1) и при наглядно-

визуальной оценке по метрическим данным системы прорастания, роста и развития тест-культуры *Triticum aestivum* L. указанного сорта (рис. 2), успешно районированного в Донбассе в последнее время.

Особенности энергии прорастания семенного материала – дифференциация по эдафотопам: 1) в категории культурфитоценозов варианты прорастания 75% семенного материала на третьи сутки экспозиции эксперимента, 90% – на четвертые сутки; 2) в урбанозёме селитебного экотопа отставание в развитии по тем же критериям составило двое суток, 3) эдафический субстрат рудерального экотопа позволил оценить энергию прорастания 55% семенного материала на седьмые сутки экспозиции эксперимента, 4) используемый показатель максимален на восьмые сутки (32% материала).



Рисунок 1 – Тренд токсичности почвогрунтов при фитотестировании, образцы:
А – урбанозём культурфитоценоза, Б – урбанозём селитебного экотопа,
В – эдафический субстрат рудерального экотопа,
Г – эдафический субстрат полностью трансформированного экотопа (на примере террикоников шахты имени Челюскинцев)



Рисунок 2 – Система "контроль-опыт" при наглядном сравнении
В диагностике почвогрунтов получили варианты формирования проростка (рис. 3).





Рисунок 3 – Вариации формирования проростков *Triticum aestivum* L. в эксперименте по фитотестированию почвогрунтов Донбасса: синхронное формирование корешка и coleoptиля (А), асинхрония (Б, В), недоразвитие coleoptиля (Г), гиперфункция coleoptиля (Д, Е), вынужденный ризогенез (Ж), моновекторный ризогенез (З), погруженный coleoptилегенез (И), горизонтальный coleoptилегенез (К).

Морфометрические данные длины (мм) надземной вегетирующей массы на седьмые сутки экспозиции эксперимента при распределении по экотопам: 1) $74,81 \pm 3,27$ (нормальное развитие без признаков тканевой деградации); 2) $68,26 \pm 2,88$; 3) $48,02 \pm 1,93$ (частые хлорозы и некрозы); 4) $7,86 \pm 0,55$ (при последующей экспозиции рост и развитие прекратились).

Таким образом, проведена лабораторная оценка пригодности почвогрунтов промышленных и квазинатурных экотопов Донбасса методом фитотестирования; по данным структурно-наглядных модификаций установлен ранжированный тренд условной токсичности образцов эдафической среды для роста и развития устойчивой тест-культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравсун Т.И. Фитотестирование загрязнения тяжёлыми металлами почв Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 3 (6). – С. 37-44.
2. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
3. Vespalova S.V. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
4. Vespalova S.V. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
5. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16.
6. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. Т. 1. – С. 288–293.
7. Safonov A.I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1 (10). – С. 92–96.
8. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171-175.
9. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и

антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.

10. Сафонов А.И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31-36.

11. Сафонов А.И. Новые виды растений в экологическом мониторинге Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 1. – С. 96-100.

12. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанофлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3-4. – С. 67-72.

13. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52-59.

14. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5-8.

15. Пчеленко О.В. Структурный адаптиогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126-130.

EXPERIENCE IN PHYTOTESTING OF SOILS IN DONBASS

Annotation. A laboratory assessment of the suitability of soils of industrial and quasi-natural ecotopes of Donbass was carried out using the phytotesting method. A ranked trend of conditional toxicity of edaphic environment samples for the growth and development of a stable test culture was established.

Keywords: Donbass, phytotesting, soils of an industrial region.

Pchelenko O.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: pcelkaks@mail.ru

УДК 851.15 (477)

ПОВЕРХНОСТЬ ЛИСТА РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ

Разливаева А.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В работе даны примеры структурной организации растительных организмов по критериям поверхности листовой пластинки при формировании особей в различных условиях промышленно трансформированной среды. Показаны структурные отличия для растений разных экотопов.

Ключевые слова: Донбасс, фитоиндикация, структура листа

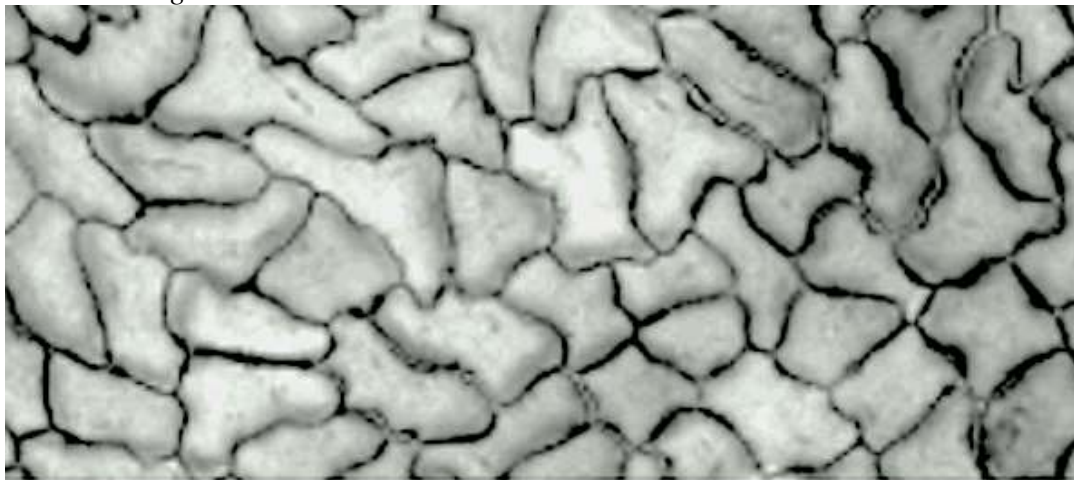
В центральной части Северного Приазовья развит мощный индустриальный комплекс, характеризующийся сильным воздействием на природные экосистемы [1]. В условиях антропогенно трансформированной среды использование растительных организмов может быть организовано в системе экологического мониторинга [2-4] для полноценной квантификационной экспертизы [2, 5, 6]. Как научное направление технологии фитоиндикации находят своё применение и в образовательной деятельности

ученых Донецкого национального университета [5, 7, 8]. На локальном уровне реализуются экологические экспертизы с привлечением видов местной флоры [9, 10], что также является предметом изучения в рамках работы кружка Студенческого научного общества (СНО) кафедры ботаники и экологии [11–13]. Технологии фитоиндикации апробированы для многих растений Донбасса, среди которых, как правило, ученые-практики выбирают виды с широкой экологической амплитудой и адекватной валентностью к техногенезу. В индикационном мониторинге Донбасса важную роль играют диагностические признаки структурной организации растений.

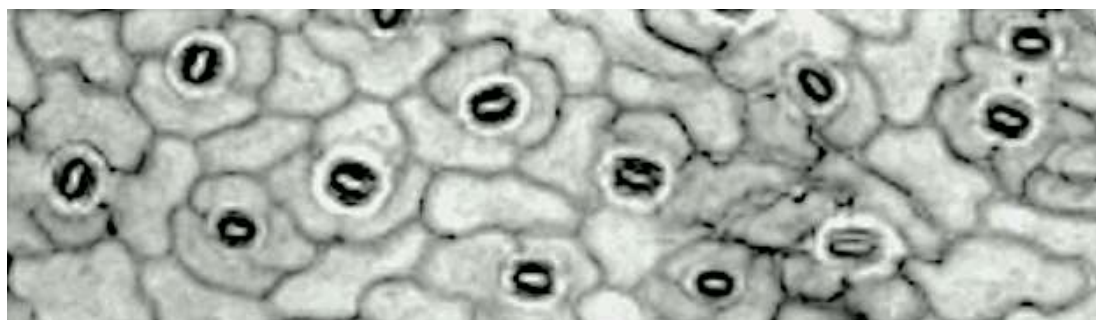
Цель работы – представить морфоструктурные отличия в скульптуре поверхности листового аппарата некоторых растений-индикаторов Донбасса.

В качестве контрастных в геохимическом отношении экотопов были использованы территории промышленных площадок Донецкого (Юзовского) металлургического завода, Енакиевских заводов (металлургического и коксохимического), участки интенсивного влияния автотранспорта (г. Снежное, г. Харцызск) и парковые зоны в г. Донецке. Установлена разница по размеру околоустьичных клеток, дифференциации трихом и толщине кутикулярного слоя.

Для получения микрофотографий использован метод световой микроскопии при косом освещении сверху и получения отпечатков с поверхности листа при освещении образца снизу. Орнаментация, скульптура – особенности поверхности листового аппарата формируют научное направление – стоматографический анализ – это специфика строения устьиц и околоустьичного аппарата растений. В функциональном предположении эти гистологические структуры связаны с динамизмом среды и по своей структуре зависимы от факторов воздушного запыления, освещения, наличия осаждаемой растениями продукции деятельности промышленного предприятия или работы автотранспорта в конкретном экотопе. Рассматривали как нижнюю, так и верхнюю сторону листовой пластинки видов растений *Achillea collina* J. Becker ex Rchb., *Artemisia vulgaris* L., *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal., *Senecio vulgaris* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Polygonum aviculare* L., *Reseda lutea* L., *Rumex crispus* L., *Tragopogon major* Jacq., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. На рис. 1 показаны различия в строении верхней и нижней сторон листа *Senecio vulgaris* L.



А



Б

Рисунок 1 – Различия в строении поверхности листовой пластинки верхней (А) и нижней (Б) сторон у вида *Senecio vulgaris* L.

По выявленным структурным отличиям (1 – незначительные, 2 – достоверно в наличии, 3 – существенная разница) были составлены следующие характеристики индикаторной значимости видов:

Achillea collina J. Becker ex Rechb. (опушение листовой пластинки – 3, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 3, разнообразие клеток по форме – 3, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 2), *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. *Artemisia vulgaris* L. (опушение листовой пластинки – 3, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 3, разнообразие клеток по форме – 1, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 2), *Grindelia squarrosa* (Purch) Dunal. (опушение листовой пластинки – 3, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 2, разнообразие клеток по форме – 1, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 3), *Tragopogon major* Jacq., *Senecio vulgaris* L. (опушение листовой пластинки – 3, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 3, опушение центральной жилки – 3, разнообразие клеток по форме – 3, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 3), *Berteroa incana* (L.) DC. (опушение листовой пластинки – 2, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 1, разнообразие клеток по форме – 1, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 1), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (опушение листовой пластинки – 1, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 1, разнообразие клеток по форме – 1, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 1), *Rumex crispus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (опушение листовой пластинки – 2, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 1, разнообразие клеток по форме – 1, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 2), *Polygonum aviculare* L., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey. (опушение листовой пластинки – 3, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 2, опушение центральной жилки – 3, разнообразие клеток по форме – 3, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 2), *Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Reseda lutea* L., (опушение листовой пластинки – 2, индекс разнообразия околоустьичного аппарата - 3, опушение центральной жилки – 1, разнообразие клеток по форме – 3, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя – 2).

Для схожих по характеристикам видов результаты были сгруппированы.

На рис. 2 показаны отличия в строении листовой поверхности *Senecio vulgaris* L. в контрольной зоне и при непосредственном промышленном загрязнении.

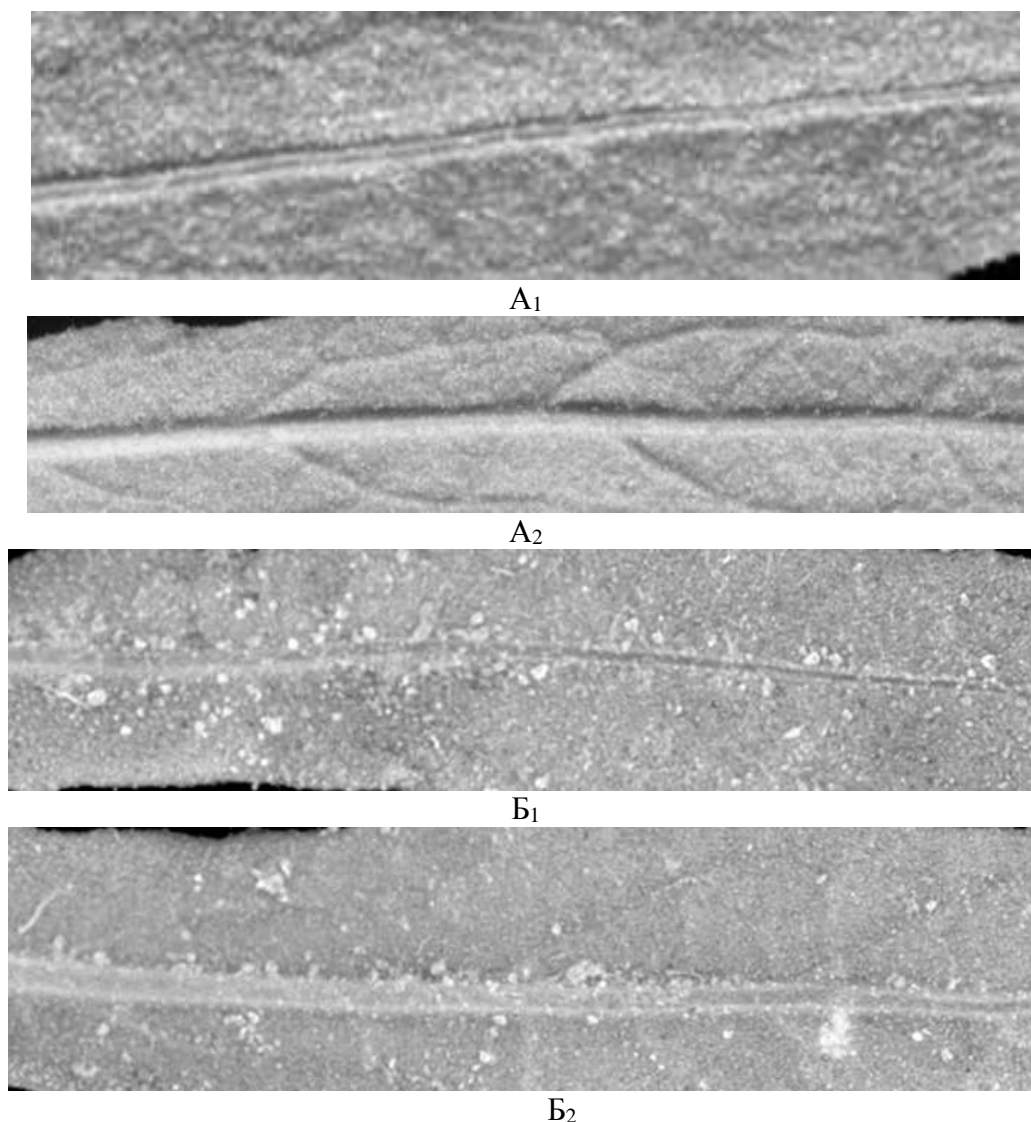


Рисунок 2 – Различия в строении поверхности листовой пластинки у вида *Senecio vulgaris* L. верхней (A₁) и нижней (A₂) сторон – в контрольном участке; и, соответственно, B₁ и B₂ – в зоне промышленного воздействия

Во всех случаях показатели строения (опущение листовой пластинки, индекс разнообразия околоустьичного аппарата, опущение центральной жилки, разнообразие клеток по форме, наличие пылевых сгустков в структуре кутикулярного слоя) листовой пластинки выявили информативную вариацию, что указывает на их индикационное значение. Такие характеристики, безусловно, нуждаются в дальнейшем изучении при корреляционном анализе с вещественными характеристиками состояния среды, например, по токсическим данным, что является задачей для нашей дальнейшей работы. Таким образом, представлены морфоструктурные отличия в скульптуре поверхности листового аппарата некоторых растений-индикаторов Донбасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bepalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.

2. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: – ДонНУ. – 2006. – № 6. – С. 19-31.
3. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
4. Сафонов А.И., Германова Е.А. Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 37-42.
5. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216-217.
6. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. № 2. – С. 219-221.
7. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. С. 274–275.
8. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
9. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
10. Сафонов А.И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: ДонНУ, 2019. – С. 270–271.
11. Киселева Д. В. Интегральная таблица фитоквантификационной экспертизы экотопов Донбасса по *Cichorium intybus* L. // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 73–77.
12. Жукова А.А., Разливаева А.В. Особенности скульптуры листовой пластинки некоторых видов растений в экотопах Донбасса // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, – 2020. – С. 190–192.
13. Жукова А.А. Фенотипическая разница рудералов фитоиндикационной значимости в Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 52–55.

PLANT LEAF SURFACE AS AN INDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL STATE IN THE INDUSTRIAL REGION

Annotation. The paper gives examples of the structural organization of plant organisms according to the criteria of the surface of the leaf blade during the formation of individuals in various conditions of an industrially transformed environment. Structural differences for plants of different ecotopes are shown.

Keywords: Donbass, phytoindication, leaf structure.

Razlivaeva A.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.527 (477)

ЛОКАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ 2019-2021 ГГ.

Рявкина К.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. На основании мнения целевой аудитории выбраны наиболее востребованные флористические композиции с 2019 по 2021 гг. Предложены критерии объяснения трендов с точки зрения элементов и закономерностей фитодизайна.

Ключевые слова: флорокомпозиции, фитодизайн, колористика, СНО ДонНУ

Флористика (в значении элемента дизайна) преимущественно развивается в прикладном аспекте в соответствии с модными тенденциями [1, 2], однако научный подход нужен для объяснения выявленных закономерностей, их описания и даже понимания. В приоритетных направлениях развития кафедры ботаники и экологии фитодизайн реализуется в силу материально-технических возможностей, инициатив студентов и преподавателей [4–6], что находит свое отражение в образовательной деятельности [5, 7] и учебно-методических продуктах сотрудников кафедры [6, 8, 9]. Также фитодизайнерское направление является частью студенческих инициатив в рамках работы СНО биологического факультета ДонНУ [10–13]. В предыдущих работах мы ставили цель – на основании цветовой и геометрической разницы выделить целевые программы по использованию (потребности) населения при формировании флорокомпозиций широкого спектра назначения; предложить некоторые потребительские модели работы с ботаническим материалом эстетического направления в использовании [13].

Цель работы – на основании мнения целевой аудитории выбрать наиболее востребованные флористические композиции с 2019 по 2021 гг. Предложены критерии объяснения трендов с точки зрения элементов и закономерностей фитодизайна. Такой характер тематического направления связан не только с созданием композиций по законам и канонам эстетизма, но и в связи с региональными потребностями покупателя. В перспективе такая идея может рассматриваться как элемент бизнес-плана по подготовке и реализации ботанико-дизайнерской продукции, предусматривающей разные варианты использования. Методика обработки данных заключалась в создании модельных вариантов и многочисленного предварительного и итогового голосования в социальных сетях. Общий объем выборки для предварительного принятия решения в отборе – первой тысячи мнений, для итогово-контрольного учета – первые 100 голосов.

Установлено, что приоритетная цветовая гамма при выборе букета существенно отличается по тематическому назначению и цели использования фитокомпозиции: так, для церемонии бракосочетания наиболее востребованы кремово-молочные тона, а также контраст белого и красного, для вечернего букета люди выбирают многоцветовой набор и контраст белого и красного, для подарка ко дню рождения среди молодежи особым спросом пользуются многоцветовые наборы и букеты с доминированием розового цвета; при выборе композиции ко дню рождения покупатели меньше предпочитают оригинальные цветовые гаммы и в итоге 9 вариантов указанных приоритетных комбинаций составляют 96% от всех 50 вариантов предложенных изначально для выбора; экстраординарность в подборе цветов, как правило, требует использования экзотического материала и существенно отражается на цене, поэтому для реальной покупки флористической продукции в магазинах региональный выбор не адаптирован к

таким запросам дизайнера. Информация в этом направлении требует дальнейшего детального рассмотрения и анализа с расширением целевых программ использования и сезона сбыта материала в нашем регионе; возможны варианты создаваемых букетов из местных материалов.

На рисунках 1–3 представлены композиции-победители в голосовании последних трех лет анализа образцов.



Рис. 1 – Флористический тренд 2019 г.



Рис. 2 – Флористический тренд 2020 г.



Рис. 3 – Флористический тренд 2021 г.

Было отмечено, что при выборе букетов люди обращали внимание не только на сочетание цветовых особенностей, но и геометрию пропорциональности и в целом морфологию всей композиции.

По геометрическим конструкциям букеты были описаны 20-тью формами: классическими сферами, эллипсами, тетраэдрами, икосаэдрами, додекаэдрами, вариантами параллелепипедов и промежуточными формами перечисленных стереометрических строений. В случае с пропорциями разница в выборе для тех же целевых назначений отличалась не существенно – наиболее востребованы такие стереометрические варианты: асимметричный эллипс, комбинированный тетраэдр, нерегулярный параллелепипед, идеальная сфера и нерегулярный ячеистый икосаэдр. Менее всего привлекают внимание покупателей эллипс классический, эллипс граненый, гребенчатый тетраэдр, узкий тетраэдр, сфера с порами, эхинолофатная сфера и классический правильный куб.

В перечне интересов научно-практической деятельности сотрудников и студентов кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета в тренде находятся прикладные разработки дизайнерского содержания, точнее – фитодизайнерское направление как часть инициативной темы кафедры по функциональной ботанике. Деятельность по выявлению информационной обеспеченности ученых актуальными данными о состоянии среды объединяют также ботанико-экологические индикаторные темы.

Нами установлено, что при выборе отдельных готовых букетов голосующие руководствуются несколькими принципами и, если элиминировать ценовую политику, то выбор букета будет зависеть от ассортимента декоративных элементов, более подходящей по колористке цветовой композиции, а также от формы букета, что связано

с предполагаемым удобством при транспортировке, эксплуатации и размещении для временного хранения при сохранении начальных стадий декоративности (или её динамике при хранении после торжественного момента).

Таким образом, на основании мнения целевой аудитории выбраны наиболее востребованные флористические композиции с 2019 по 2021 гг., предложены критерии объяснения трендов с точки зрения элементов и закономерностей фитодизайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачева А.В. Основы фитодизайна. – М.: Мир, 2007. – 335 с.
2. Цицилин А. Как вырастить здоровый воздух в офисе и дома. – М.: Эксмо, 2011. – 272 с.
3. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
4. Сафонов А.И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. научн. конф. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
5. Сафонов А. И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. науч.-практич. конф. – Донецк: ДонНУ, 2018. С. 274–275.
6. Сафонов А.И. Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
7. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" // Экологическая ситуация в Донбассе. – Т. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 151–154.
8. Сафонов А.И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. IV Междунар. научн. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Т. 6. Ч. 2. – Педагогические науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
9. Сафонов А.И. Актуальные позиции индикаторных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2. – Донецк: ДонНУ, 2020. С. 252–254.
10. Захарова М.С., Сафонов А.И. Создание малых цветочных композиций социально-бытового назначения // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 2. Хим. и биол. науки. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 116-117.
11. Пчеленко О.В. Структурный адаптациогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.
12. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.
13. Низейка И.В., Рявкина К.А. Цветовые схемы и геометрия при формировании флорокомпозиций широкого спектра целевого назначения // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.

LOCAL ANALYSIS OF FLORIST TRENDS 2019-2021

Annotation. Based on the opinion of the target audience, the most popular floristic compositions from 2019 to 2021 were selected. Criteria for explaining the trends from the point of view of the elements and patterns of phytodesign are proposed.

Keywords: flora compositions, phytodesign, coloristics, SSS DonNU

Ryavkina K.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology
Donetsk National University
E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 577.3

МЕХАНИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВИРГИНСКОГО В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Сагина Ю.В.

*Научный руководитель: Корниенко В.О., ст.преп.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: В данной работе проведена оценка жизнеспособности деревьев можжевельника виргинского, а также оценена их механическая устойчивость на территории Донецкого ботанического сада.

Ключевые слова: можжевельник виргинский, механическая устойчивость, жизнеспособность

Введение. Рост промышленных населённых пунктов неуклонно продолжает развиваться, обуславливая формирование особого типа экосистем. Автотранспорт, угольная промышленность, металлургия и, в общем, индустриализация являются основными источниками загрязнения на территории возникшего мегаполиса. Один из методов решения возникшей проблемы загрязнения и оптимизации муниципальной сферы считается озеленение.

Растения, выполняющие средоулучшающую функцию урбаноcреды, обязаны также являться устойчивыми к действию антропогенных факторов. На сегодняшний день, это одна из важных и актуальных задач факториальной экологии. В свою очередь активно развивается направление экологической биофизики, сосредоточенное на оценке влияния экологических факторов на древесные растения, произрастающие в условиях юго-востока степной зоны [1-7].

Цель работы: исследовать жизнеспособность и механическую устойчивость можжевельника виргинского в условиях города Донецка.

Для выявления наиболее пригодных растений для жизни в условиях густонаселённого города проводят различные биомеханические исследования устойчивости и адаптации древостоев [7]. Развитие тканей и структур в значительной мере определяется генетической программой вида и влиянием среды обитания. А с ростом антропогенной нагрузки в городе, увеличивается и актуальность исследований подобного рода, где во внимание принимают морфологические, а также физические адаптационные элементы приспособления растения к определённому региону [8-10].

Древесные растения в процессе онтогенеза претерпевают морфологические и физиологические изменения, что связано с адаптацией к условиям окружающей среды [8-12]. Умение дерева удерживать свою массу, а также противодействовать внешним перегрузкам обуславливается его морфологическим и механическими параметрами [4, 7, 8-12]. На биомеханику и архитектуру кроны дерева существенно влияют такие параметры как температура, освещённость, влажность [7]. Следует отметить, что воздействие температуры на биомеханику растений считается одной из малоизученных задач.

Одним из важных биомеханических параметров древесных растений является модуль Юнга, либо модуль упругости (МОЕ) [4]. Под влиянием множества условий растение испытывает изменения в процессе жизнедеятельности и как следствие модуль упругости тоже изменяется. Необходимо выделить, то, что модуль упругости живой древесины напрямую связан с содержанием влаги в образце (как свободной, так и связанной) и чувствителен к температурным изменениям окружающей среды, особенно он резко изменяется при переходах из сезона в сезон [4, 7].

Адаптации растений к условиям городской среды осуществляются вследствие внутривидовой дифференциации. Отклик на стрессовые условия растения выражают в поочерёдных стадиях: изменение метаболизма и биохимического состава растений, потом прослеживаются изменения в онтогенезе, модификация размеров, возраста и структур популяции, сокращение изобилия вида. Появляются неблагоприятные патологии (на клеточном и тканевом уровнях).

Материалы и методы. В предварительных экспериментах уже велась работа, по оценке состояния куртин можжевельника виргинского в дендрарии Донецкого ботанического сада [1, 2], в связи с изменением действия природно-климатических факторов. Дальнейшие исследования также были проведены на куртинах можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L.) произрастающего в дендрарии Донецкого ботанического сада (ДБС). Контрольная группа отличалась от экспериментальной наличием первого ряда можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.) растущего по периметру и создающего преграду для прохождения прямых лучей (рис. 1).



Рисунок 1 – Контрольная куртина *Juniperus virginiana* L.
(по Корниенко, 2020 [1])

Экспериментальная группа – монокуртины можжевельника виргинского [1, 2].

Для статистической обработки данных использовали программы «Statistica 8» (StatSoft Inc.) и «Excel 2010» (Microsoft Corporation). Достоверность отличий средних значений определяли с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждения. В монокуртинах можжевельника виргинского (экспериментальная группа) при действии природно-климатических факторов происходит изменение формы кроны. Это приводит к снижению общей механической устойчивости и повышению аварийности как отдельных растений (в основном на краю древостоя), так и куртины в целом (рис. 2). В контрольных насаждениях практически

отсутствуют выпавшие растения, а также деформированные в результате влияния экологических факторов.



Рисунок 2 – Экспериментальные насаждения *Juniperus virginiana* L.

При исследовании жизнеспособности описанных выше экспериментальных куртин, установлено, что в основном деревья находятся в неудовлетворительном состоянии (57%), в аварийном состоянии 23%, а растений состояние которых оценивалось 5 баллами (нижняя граница удовлетворительного состояния) всего 20% из общей выборки (табл.)

Таблица

Жизнеспособность исследуемых деревьев можжевельника виргинского

Жизнеспособность	Кол-во деревьев	%
8	–	–
7	–	–
6	–	–
5	22	20
4	39	35
3	24	22
2	10	9
1	3	3
0	12	11

Из графиков зависимости механической устойчивости древесных растений можжевельника виргинского от диаметра ствола видно, что многие растения выросшие в затенении комлевой части ствола имеют низкое значение диаметра и как следствие низкие значения параметров механической устойчивости. Так на рисунке 3Б критическая масса, при достижении которой ствол растения будет сломлен, для растений составляет в основном $5 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^3$ кг (рис. 3), что легко достигается при выпадении осадков и температурных эффектах (сезонные циклические изменения температуры).

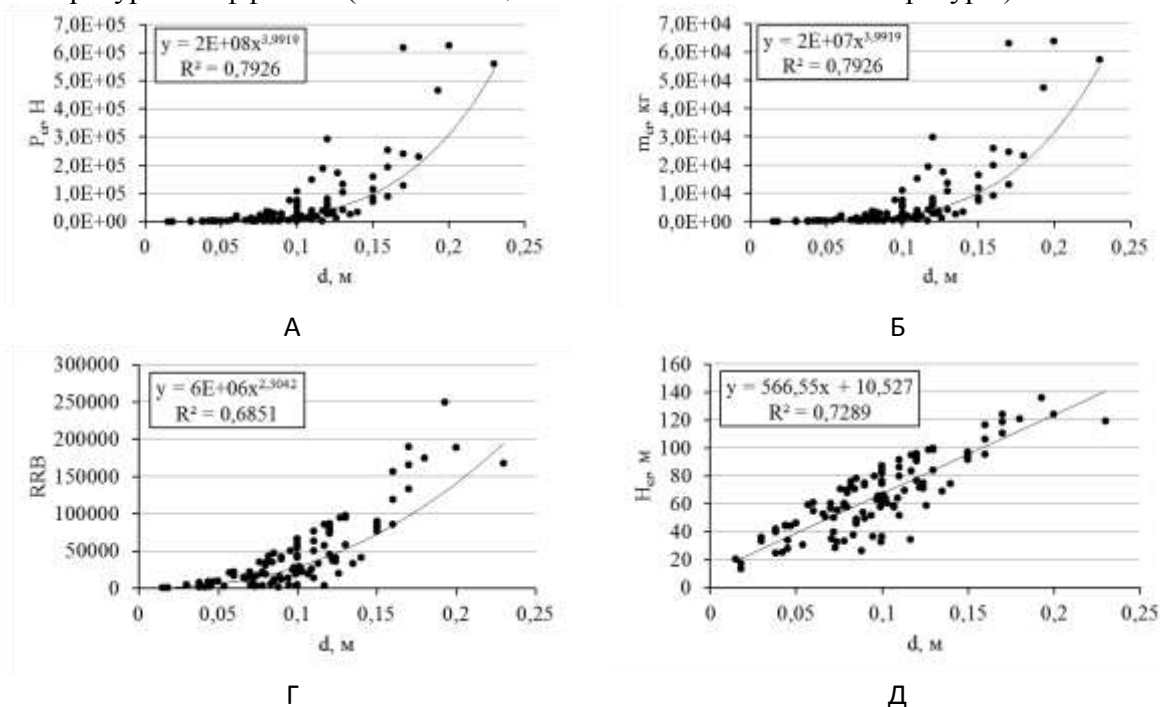


Рисунок 3 – Зависимость параметров механической устойчивости (P_{cr} , m_{cr} , RRB , H_{cr}) можжевельника виргинского от диаметра ствола

Примечания: P_{cr} – относительная критическая нагрузка; m_{cr} – критическая масса; RRB – относительное сопротивление изгибу; H_{cr} – критическая высота

Выводы. Выявлены массовые деформации стволов исследуемых куртин можжевельника виргинского. В аварийном и механически неустойчивом состоянии находятся 80% растений. Критическая масса, при которой происходит необратимая деформация ствола или вывал всего растения лежит в пределах $5 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^3$ кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корниенко В. О. Влияние природно-климатических факторов на механическую устойчивость и аварийность древесных растений на примере *Juniperus virginiana* L. / В.О. Корниенко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – № 134. – С. 93-100. DOI:10.36305/0513-1634-2020-134-93-100
2. Корниенко В. О., Калаев В. Н. Экологическое значение биомеханических свойств древесных растений на примере *Juniperus virginiana* L. / Корниенко В.О., Калаев В.Н. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2018. — № 1. — С. 97—103.
3. Корниенко В. О. *Acer platanoides* L. в условиях антропогенной нагрузки г. Донецка / В.О. Корниенко, О.Р. Кольченко, Т.Б. Матвеева // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8., № 3 (28). – С. 46-52.
4. Корниенко В. О. Влияние температуры на биомеханические свойства древесных растений в условиях закрытого и открытого грунта / В.О. Корниенко, В.Н. Калаев, А.О. Елизаров // Сибирский лесной журнал. – 2018. – №6 – 91-102.

5. Корниенко В. О. Новый методический подход к оценке механической устойчивости зелёных насаждений в городской среде / В.О. Корниенко, С. А. Приходько // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7., № 2 (23). – С. 72-77.
6. Корниенко В. О. Оценка жизненного состояния древесных насаждений в условиях урбанизированной среды / В.О. Корниенко, С.А. Приходько, А.С. Яицкий // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2020. – № 03/2. – С. 14-19.
7. Корниенко В. О., Калаев В.Н. Механическая устойчивость древесных пород и рекомендации по предотвращению их аварийности в городских насаждениях / В.О. Корниенко, В.Н. Калаев– Воронеж: Роза Ветров, 2018. – 92 с.
8. Dahle G.A. A review of factors that affect the static loadbearing capacity of urban trees / G.A. Dahle et al. // Arboriculture & Urban Forestry, 2017. – Vol. 43(3). – P. 89–106.
9. Niklas K.J. Plant Allometry: the scaling of form and process / K.J.Niklas. – Chicago: University of Chicago Press, 1994. – 365 p.
10. Niklas K.J. Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function / K.J.Niklas. – Chicago: University of Chicago Press, 1992. – 622 p.
11. Read J. Plant biomechanics in an ecological context / J.Read, A.Stokes // American journal of botany, 2006. – Vol. 93. – №10. – P. 1546-1565. DOI: 10.3732/ajb.93.10.1546
12. Sellier D. Crown structure and wood properties: influence on tree sway and response to high winds / D.Sellier, T.Fourcaud // American Journal of Botany, 2009. – N 96. – P.885–896. DOI: 10.3732/ajb.0800226

MECHANICAL STABILITY OF VIRGINIA JUNIPER IN AN URBAN ENVIRONMENT

Annotation: In this paper, the viability of the virgin juniper trees was evaluated, as well as their mechanical stability on the territory of the Donetsk Botanical Garden was evaluated.

Keywords: virgin juniper, mechanical stability, viability

Sagina Ju. V.

Scientific director: Kornienko V.O., Senior Lecturer
Donetsk national university
E-mail: julia13zara@gmail.com

УДК 581.15 (477.60)

ТЕРАТНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ У РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИМПАКТА

Свиридова И.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., зав. кафедрой
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Представлены результаты локального мониторингового эксперимента по выявлению тератных форм растений на уровне строения габитуса в условиях непосредственного воздействия промышленного объекта.

Ключевые слова: Донецк, экологический мониторинг, фитоиндикация, тератология растений.

Для реализации программ необходимого экологического нормирования в Донбассе [1, 2] используют многочисленные биологические способы оценки состояния экосистем [3–5]. Регистрация случаев атипичного строения растений [4, 6, 7] на фоне адекватно проявленной стратегии выживания вида на ценопопуляционном уровне [8, 9] позволяет рассматривать закономерности тератообразования как устойчивый критерий, имеющий фитоиндикационный смысл [5, 10–13]

Цель работы – составить инвентаризационную таблицу регистрации атипичных форм проявлений строения растений-индикаторов на габитуальном уровне в условиях экотопов металлургического, химического, рудерального и селитебного характера эксплуатации территории. Найденные экземпляры частично были гербаризированы, частично – сфотографированы, при возможных случаях получен семенной материал для дальнейших экспериментов студентами кафедры ботаники и экологии в рамках работы СНО биологического факультета ДонНУ.

Все зафиксированные изменения были подсчитаны и в количественном эквиваленте приравнены в алфавитном списке в работе.

На рис. 1-2 для демонстрации габитуальных изменений представлен экземпляр *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. Примеры видов даны в алфавитном порядке с указанием экотопической приуроченности в трехбалльной шкале встречаемости: 1 – единично, 2 – редко, 3 – часто.



Рисунок 1 – Габитуальная трансформация *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях воздействия металлургического комбината



Рисунок 2 – Габитуальная трансформация *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex Wigg. в условиях рудерального экотопа г. Макеевки

Achillea collina J. Becker ex Rchb. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Alsine media L. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1, малонарушенные природные экотопы – 1);

Amaranthus albus L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Ambrosia artemisiifolia L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1, малонарушенные природные экотопы – 1);

Atriplex mircantha С.А.Мей. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, малонарушенные природные экотопы – 1);

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. (малонарушенные экотопы – 1, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Centaurea diffusa Lam. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 1, малонарушенные природные экотопы – 1);

Chelidonium majus L. (экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1, малонарушенные природные экотопы – 1);

Cirsium arvense (L.) Scop. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 3, малонарушенные природные экотопы – 1);

Cynoglossum officinale L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1);

Dianthus campestris M. Vieb (металлургические экотопы – 3, малонарушенные природные экотопы – 1, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Digitalis purpurea L. (металлургические экотопы – 3, малонарушенные экотопы – 1, селитебные территории – 1);

Diploaxis muralis (L.) DC. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 2);

Elytrigia repens (L.) Nevski(металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 1, малонарушенные природные экотопы – 1);

Eupatorium cannabinum L. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 2);

Euphorbia seguieriana Neck. (металлургические экотопы – 3, малонарушенные природные экотопы – 1, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Fumaria schleicheri Soy.-Willem(металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Galinsoga parviflora Cav. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1);

Galium mollugo L. (металлургические экотопы – 3, малонарушенные природные экотопы – 1, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Gypsophila paniculata L. (экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 2);

Glaucium corniculatum (L.) Rudolph(металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Gnaphalium uliginosum L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1);

Grindelia squarrosa (Purch) Dunal(металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Lactuca tatarica (L.) С. А. Мей. (малонарушенные экотопы – 1, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Melilotus albus Medik. (экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Melilotus officinalis (L.) Pall. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Moehringia trinervia (L.) Clairv. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 2);

Nigella arvensis L. (малонарушенные природные экотопы – 1, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1);

Papaver rhoeas L. (экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Plantago lanceolata L. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, малонарушенные природные экотопы – 1);

Polygonum aviculare L. (малонарушенные природные экотопы – 1, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Portulaca oleracea L. (экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 3, малонарушенные экотопы – 1);

Reseda lutea L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Sagina procumbens L. (металлургические экотопы – 2, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, малонарушенные природные экотопы – 1);

Salsola australis R. Br. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1);

Senecio vulgaris L. (экотопы химического производства – 3, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 3);

Sonchus arvensis L. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, малонарушенные природные экотопы – 1);

Stenactis annua Nees (металлургические экотопы – 3, малонарушенные экотопы – 1, селитебные территории – 2);

Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 2);

Thlaspi arvense L. (металлургические экотопы – 3, бытовые полигоны – 3, селитебные территории – 1);

Tragopogon major Jacq. (металлургические экотопы – 3, экотопы химического производства – 2, бытовые полигоны – 2, селитебные территории – 1).

Таким образом, в зонах прямого промышленного импакта уровень тератологических проявлений у растений существенно выше, что позволяет рассматривать совокупность и детальные характеристики таких регистраций в целях диагностики экотопов в антропогенно трансформированном регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
2. Сафонов А.И., Глухов А.З. Методологические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированной среде // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 254-257.
3. Bepalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.

4. Bepalova S.V., Safonov A.I. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25–43.
5. Bepalova S.V., Goretsky O.S., Safonov A.I. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
6. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16.
7. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
8. Сафонов А. И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. 2009. – № 51. – С. 58–59.
9. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
10. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
11. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13-16.
12. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3-4. – С. 171-175.
13. Пчеленко О.В. Структурный адаптациогенез фитоубиквистов в промышленном Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 126–130.

TERRATE IDENTIFYING IN PLANTS UNDER INDUSTRIAL IMPACT

Annotation. The results of a local monitoring experiment on the identification of teratotic forms of plants at the level of the structure of habitus under the conditions of the direct impact of an industrial facility are presented.

Keywords: Donetsk, environmental monitoring, phytoindication, plant teratology.

Sviridova I.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.5 : 712.4 : 851.15 (477.60)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫМИ РАСТЕНИЯМИ ДОНБАССА

Склярова С.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Рассмотрены показатели эффективности осаждения дисперсной пыли на листовых пластинках некоторых растений Донбасса. Выделены виды растений, на листовых пластинках которых оседает большее количество пылевых частиц в сравнительном аспекте.

Ключевые слова: Донбасс, фитооптимизация, осаждение пыли на листьях

Оптимизационные мероприятия с помощью растений в промышленных регионах являются залогом качественной экологической инфраструктуры городов и населенных пунктов [1], что в целом гармонизирует отношения "человек – природная среда" и положительно сказывается на показателях нормирования техногенного воздействия на живые объекты в антропогенно трансформированных экотопах [2, 3]. Информативная база фитоиндикаторов в Донбассе [4–7] предусматривает проведение фитоиндикационного мониторинга [6, 8–11] и мероприятий по оценке качества природных сред [7, 9, 11, 12]. В рамках работы СНО кафедры ботаники и экологии древесные растения являются объектом как индикационного, так и садово-паркового назначения [13].

Цель работы – привести примеры некоторых видов растений, которые могут рассматриваться как площадки для осаждения пылевых взвесей. В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи: 1) собрать информацию об имеющемся опыте в анализе пылепоглощения городскими насаждениями в условиях промышленной среды; 2) выбрать участки, которые по технологии соответствовали бы мониторинговым учетным площадкам в сравнительном аспекте сбора информации по пылеосаждению; 3) выбрать виды растений, которые по количественным и качественным показателям подходили бы для анализа; 4) провести расчетные работы в рамках полевых сборов совместно с Енакиевской санитарно-эпидемиологической станцией.

Для реализации эксперимента по целевой программе поиска лучших пылеосаждающих видов растений учетные площадки были расположены в различных точках городской среды (опытных и контрольных зонах) – по разному удалению от источника загрязнения (площадного или точечного – на примере металлургического комбината), а также центральных автомагистралей города как передвижных источников выбросов пыли или ее перемешивания в дополнение к природному процессу. Метод средней пробы для верхней и нижней сторон листовой пластинки был реализован в оборе проб в полевых условиях. Для подсчета с одной точки были задействованы как минимум 7 взрослых особей и 30 равномерно побеговых частей с разных сторон света на дереве. Высушивание сборов листьев проводили при температуре 105⁰ С до трех суток. Концентрации общей серы и азота проведены спектрофотометрическим методом. Также определяли количество адсорбированных газов в лаборатории санитарно-эпидемиологической станции г. Енакиево.

Древесные и кустарниковые формы растений в промышленном городе являются идеальными природными фильтрами в мероприятиях детоксикации среды, что особо актуально для развитого промышленного региона – Донбасса с многочисленными металлургическими, химическими предприятиями и развитой инфраструктурой транспорта. Было установлено, что максимум пыли (изначально дисперсной взвеси) оседает в насаждениях в зоне непосредственного воздействия промышленного объекта, разница достигает 12-13-кратного показателя в сравнении с территориям удаления от зоны импакта. Для эффективности задерживания и осаждения пыли древесно-кустарниковые породы должны соответствовать установленной условной архитектонике эффективности: средняя плотность насаждения (поскольку густое насаждение выполняет преимущественно барьерно-экранирующую функцию), вертикальная ориентация побега, и условно хорошая продуваемость. Такое насаждение более эффективно в функции пылеосаждения при формировании необходимых турбулентных потоков перемешивания и микроцентров улавливания пыли. Сравнивали одновозрастные (27-35 лет) посадки.

Максимальный эффект пылеочистения (пылеосаждения) деревьями достигается при помощи искусственных насаждений шириной 10-30 м. Посадки не должны быть сформированы слишком плотно, так как загрязненный воздух минует посадки сверху (при ламинарных потоках не перемешивается), образуя несущественные турбулентные завихрения с подветренной стороны, при этом часть пыли оседает. Более мелкие частицы наталкиваются на листья, иглы и сучья (этот факт важен тоже при оценке экранирующих эффектов пылеосаждения и перемешивании потоков воздуха газовоздушных смесей). Листья и побеговые части деревьев перемешивают и могут трансформировать направление потоков воздуха, и относительно инертные частицы пыли при этом могут оседать. Установлено, что даже суховершинные особи могут иметь значение в анализе экранирующих эффектов при создании и полноценном функционировании санитарно-защитных зон промышленных предприятий. Лишенные листьев деревья и зимой, а в позднеосенний и ранневесенний периоды активно играют роль фитофильтров, участвующих в процессе перемешивания загрязненных потоков воздуха и возможности более эффективного осаждения пылесопутствующих элементов.

Мы оценили способность древесных растений (список видов представлен) осаждать атмосферную пыль. Адсорбируемую пыль на поверхность листьев и побегов мы разделили на две функционально разные фракции – растворимую в воде (это сульфаты и нитраты с нитритами) и нерастворимую в воде.

Частицы пыли (пылесодержащие элементы) закрепляются на поверхности листьев различными механизмами, среди которых определенную роль играют гуттационные выделения, естественно характерные для листовых аппаратов древесных растений нашей зоны. Смолистые выделения также способствуют лучшему задержанию пыли, но их сравнительно меньше (если сравнивать с влажностными потоками). Однако не всегда большая опушенность листьев ассоциируется с более высокой пылезадерживающей способностью. Этот факт требует дополнительного изучения и реализован нами в другой серии экспериментов, доказан регионально эмпирически с выделением межвидовой специфичности.

Противоречивость результатов можно объяснить тем, что осаждение (эффект зафиксированных элементов) для аэрозолей зависит не только от характера поверхности листьев, рельефа, но и от конфигурации листа – формы, подвижности листового аппарата, электростатических эффектов (возможно, требующих проведения отдельных экспериментов), аэродинамических условий в кронах деревьев, степени ажурности кроны. Анализ всех данных показал, что метеорологические (микrokлиматические) условия каждого года оказывают существенное влияние на количество пыли, адсорбированной поверхностью дерева в целом. Однако достоверных различий по количеству пылеосаждения листьями древесных растений в различных типах посадок в одной зоне загрязнения не наблюдалось за все годы исследований (3-летний сравнительный анализ), что согласуется с данными других авторов [14].

Все древесные и кустарниковые виды можно разделить на три группы по интенсивности накопления пыли.

1. С максимальной пылефильтрующей способностью, абсорбирующей до 5 г/м² ассимиляционной поверхности: 1. *Fraxinus pubescens* Marsh. 2. *Acer ginnala* Maxim. 3. *Populus pyramidalis* Rozier 4. *Populus balsamifera* 5. *Ulmus pinnatoramosa* Diech. 6. *Elaeagnus argentea* Purch. 7. *Philadelphus coronarius* L. 8. *Ribes aureum* Pursh. 9. *Malus prunifolia* (Willd) Borekh. 10. *Malus baccata* Borkh. 11. *Sorbus aucuparia* L. 12. *Pyrus ussuriensis* Maxim. 13. *Betula pendula* Roth. 14. *Tilia cordata* Mill. 15. *Rosa rugosa* Thunb. 16. *Philadelphus coronaris* L.

2. Со средней пылефильтрующей способностью (до 2 г/м²): 1. *Acer platanoides* L. 2. *Ulmus laevis* Pall. 3. *Acer negundo* L. 4. *Symphoricarpos albus* (L.). 5. *Sambucus racemosa* L. 6. *Caragana arborescens* Lam.

3. С минимальной фильтрующей способностью (до 0,5 г/ м²):

1. *Aesculus hippocastanum* L. 2. *Syringa vulgaris* L.

Мы также попытались определить количественно адсорбированных окислов серы и азота побегами листовых древесных растений. Побеги отмывались по такой же методике, что и листья. Эксперимент фактически реализован в лабораториях санитарно-эпидемиологической станции г. Енакиево в сертифицированной аналитической лаборатории, куда мы предоставляли образцы для анализа.

Анализ полученных данных показал, что количество улавливаемой пыли листовыми пластинками исследованных видов (*Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Populus nigra* L., *Ulmus laevis* Pall., *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L., *Juglans regia* L., *Lonicera tatarica* L.) не одинаково, что связано со структурно-функциональными особенностями деревьев в целом (архитектоника кроны), так и с особенностями скульптурно-дифференцированного листового аппарата, что предложено рассмотреть в отдельном экспериментальном разделе работы СНО кафедры ботаники и экологии ДонНУ.

В результате наших исследований установлено, что все детально изученные виды древесных растений проявили высокую пылефильтрующую способность. Поскольку показатели варьировали – в первые два года мы ограничились диапазонами значения абсолютных показателей для каждого указанного вида растений. Из установленных тенденций: сборы пыли в июне достоверно меньше по показателям, чем в сентябре, наблюдается незначительное уменьшение пылевой нагрузки в первой половине 2020 г., что, вероятно, связано с микроклиматическими особенностями; рассчитанные показатели в большинстве результирующих достоверны на 5%-ном доверительном интервале, с точки зрения арифметической параметрической вариации признаков – наиболее пластичным определили *Acer platanoides* L. по высоким значениям рассчитанной ошибки; в ходе сбора данных и проведения эксперимента ни один из указанных видов не выпал из серии экспериментов за трехлетнюю экспозицию наблюдений.

Анализ всех данных показал, что метеорологические условия каждого года оказывают существенное влияние на количество пыли, адсорбированной поверхностью дерева. Однако достоверных различий по количеству пылеосаждения листьями древесных растений в различных типах посадок в одной зоне загрязнения не наблюдалось за все годы исследований. Рассмотренные вопросы считаем важными для использования в школьном экологическом факультативе.

По степени пылеулавливания в мониторинговых точках рекреационных территорий города Енакиево растения распределены следующим образом (по возрастанию показателя): *Aesculus hippocastanum* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh.; *Lonicera tatarica* L., *Ulmus laevis* Pall.; *Acer platanoides* L.; *Robinia pseudoacacia* L.; *Juglans regia* L., *Populus nigra* L., *Betula pendula* Roth. Установленная устойчивая тенденция такой закономерности потребовала продолжить начатые механо-химические исследования в другой специфике эксперимента – по анализу структурных особенностей листового аппарата в попытке объяснить такую закономерность видоспецифичности в пылеосаждении. Функционально важно в этом случае понять и механизм захвата отдельными структурными элементами листа частичек пыли, а также способы включения промышленной пыли в детоксикационные процессы для природной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подзоров Н.В. Пылефильтрующая способность насаждений // Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 39–49.
2. Воробейчик Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: Наука, 1994. – 280 с.
3. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экологическое нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
4. Сафонов А.И. Перспективные фитоиндикаторы Донбасса для биотестирования // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. XV Всероссийской с междунар. участием науч.-практич. конф. (Киров, 18 мая 2020 г.). Т. Книга 1. – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 161-163.
5. Сафонов А.И. Чек-лист индикаторных признаков сорно-рудеральной фракции урбанofлоры г. Донецка (1998-2018 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 67-72.
6. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35-43.
7. Сафонов А.И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121-128.
8. Глухов А.З., Сафонов А.И. Перспективы проведения фитоиндикационного мониторинга техногенно трансформированных экотопов // Промышленная ботаника. – 2002. – Т. 2. – С. 7-14.
9. Bepalova S.V., Safonov A.I. The criteria of assessment of ecological state of environment on thresholds of sensitivity of bioindicators // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1. – С. 25-43.
10. Сафонов А.И. Индикационная ботаническая экспертиза – основа экологического мониторинга в промышленном регионе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – Донецк: – ДонНУ. – 2006. – № 6. – С. 19-31.
11. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. № 2. – С. 219-221.
12. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216-217.
13. Городина И.С. Сценарии прогнозных вариантов дендронасаждений в парковой зоне г. Макеевки // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 40-43.
14. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений // Лесной вестник. – 2012. – Вып. 3. – С. 7–10.

EFFICIENCY OF DUST DEPOSITION BY SOME PLANTS OF DONBASS

Annotation. The indicators of the efficiency of the deposition of dispersed dust on the leaf blades of some Donbass plants are considered. The species of plants, on the leaf blades of which a large amount of dust particles settle in a comparative aspect, have been identified.

Keywords: Donbass, phyto-optimization, dust deposition on leaves.

Sklyarova S.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 (477.60)

ТЕРАТНОСТЬ СОЦВЕТИЙ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Стреблянская Е.В.

**Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. В работе представлены результаты тератологических отклонений в строении соцветий растений разных экотопов Донбасса в антропогенно трансформированной среде.

Ключевые слова: Донецк, экологический мониторинг, фитоиндикация.

Вопросы индикационной ботаники представляют собой приоритет в биологических исследованиях ученых Донбасса [1–5], при этом в тематических направлениях выделяют отдельно тератологию [4], эмбриологию растений [5, 6], фитоквантификацию [2, 7], экологический мониторинг [1, 8, 9], методические подходы в системе индикационной биологии [3, 8, 10], палинологию [11] и способы фитотестирования [12], которые также являются интересом разрабатываемых тем в рамках функционирования кружка СНО на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета [13, 14].

Цель работы – представить результаты тератологических отклонений в строении соцветий растений разных экотопов Донбасса в антропогенно трансформированной среде. Вопрос структурной консервативности растений в условиях факторов неспецифического стресса является спорным в отношении генеративных и вегетативных сфер.

Для промышленных экотопов Донбасса были зафиксированы случаи частых отклонений от нормы в строении как вегетативных органов, так и генеративных структур [1, 3, 6, 8, 11], что рассматривается в качестве основания для проведения фитоиндикационных исследований в направлении экологического мониторинга и оценки состояния разных экотопов. В системе основных площадок наблюдения мы выделили: Енакиевский и Макеевский металлургические комбинаты, Донецкий (Юзовский) металлургический завод, Енакиевский и Макеевский коксохимические заводы, территории Харцызского трубного завода, концерна Стирол и Старобешевской ТЭС, а также места бытовых и промышленных свалок и полигонов складирования отходов производства. Для анализа были задействованы следующие виды растений, у которых были отмечены тератные проявления соцветиях (с указанием количества зафиксированных случаев): *Bromus arvensis* L. (3 экз.), *Amaranthus retroflexus* L. (35 экз.), *Stenactis annua* Nees (13 экз.), *Senecio vulgaris* L. (21 экз.), *Ambrosia artemisiifolia* L. (49 экз.), *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey. (4 экз.), *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (9 экз.), *Eupatorium cannabinum* L. (4 экз.), *Artemisia absinthium* L. (67 экз.), *Artemisia vulgaris* L. (55 экз.), *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. (32 экз.), *Berteroa incana* (L.) DC. (42 экз.), *Tragopogon major* Jacq. (14 экз.), *Brassica campestris* L. (12 экз.), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (3 экз.), *Polygonum aviculare* L. (2 экз.), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (62 экз.), *Plantago lanceolata* L. (25 экз.), *Chenopodium album* L. (20 экз.), *Centaurea diffusa* Lam. (29 экз.), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (6 экз.), *Arrhenaterum elatius* (L.) J. et C. Presl. (3 экз.), *Chelidonium majus* L. (10 экз.), *Sonchus arvensis* L. (2 экз.), *Amaranthus albus* L. (38 экз.), *Atriplex hortensis* L. (18 экз.), *Kochia laniflora* (S. G. Gmel.) Borb. (11 экз.), *Cichorium intybus* L. (39 экз.), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (23 экз.), *Dactylis glomerata* L. (8 экз.), *Daucus carota* L. (7 экз.), *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. (4 экз.), *Diploaxis*

tenuifolia (L.) DC. (13 экз.), *Diplotaxis muralis* (L.) DC. (20 экз.), *Echium vulgare* L. (41 экз.), *Galinsoga parviflora* Cav. (8 экз.). Для фиксации материала использовали метод фотографирования. Полевые сборы указывают на сопряженность процессов тератогенеза с уровнем техногенной нагрузки на среду в конкретном экотопе.

На рисунках 1–3 представлены варианты шишкообразных терат скученности элементов соцветий *Artemisia absinthium* L.



Рисунок 1 – Варианты терат соцветий *Artemisia absinthium* L. на территории ДМЗ



Рисунок 2 – Варианты терат соцветий *Artemisia absinthium* L. на территории ЕМЗ



А

Б

Рисунок 3 – Варианты терат соцветий *Artemisia absinthium* L. на территориях МКХЗ (А) и ЕКХЗ (Б)

В морфологической дифференциации были отмечены такие тератные проявления у растений укорочение оси при скученности соцветий (преимущественно на бытовых полигонах), недоразвитие части цветков в соцветии (равномерно для всех изучаемых экотопов), усиление ветвления (архитектоническое генеративное побегообразование) соцветий (в селитебных экотопах), фасциации осей соцветия (верхней части – на территориях металлургических комплексов, равномерно всей части – на территориях химических предприятий, в зонах их непосредственного воздействия), ложное ветвление соцветий, или расщепление (преимущественно в экотопов бытовых полигонов, на локальных свалках и в сорно-рудеральных местах селитебных территорий городов), пролификация в соцветиях (в основной численной массе на предприятиях металлургического комплекса и коксохимических предприятиях), дистопия – аномальное ветвление в соцветиях (на территориях металлургических заводов). При детальном рассмотрении соцветия можно было обнаружить и аномалии в строении цветка: недоразвитие отдельных органов цветка, уменьшение и увеличение числа частей, срастание отдельных элементов цветка между собой, срастание нескольких цветков, расщепление (хориза) различных органов цветка, метаморфоз отдельных органов цветка; взаимные превращения цветков разных типов, пролификация цветков, изменение нормальной формы органов цветка, нарушение взаимного расположения частей цветка в пределах одного круга, смещение кругов цветка, позеленение (нетипичное) цветка, альбинизм (нетипичный) цветка.

Полученные данные морфологического анализа нуждаются в дальнейшем биохимическом изучении при понимании причин и предположении механизмов таких проявлений у дикорастущих видов растений. Выявленные факты фасциации побега (судя по полевым наблюдениям) мы предположительно связываем с особенностью опыления воздуха, в том числе частицами, содержащими большие количества токсичных элементов, влияющих на уязвимые точки роста и меристематическую зону апекса побега, что приводит к деструктивному делению некоторых инициальных тканей и развитию фасциированной структуры). В таких случаях образовавшиеся цветки на разросшейся оси побега-соцветия как правило не формируют семязачатки и весь побег не вносит вклад в развитие генеративных структур при усилении семяобразования.

Таким образом, в работе представлены результаты тератологических отклонений в строении соцветий растений разных экотопов Донбасса в антропогенно трансформированной среде как основы для проводимого экологического мониторинга в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bepalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
2. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
3. Сафонов А.И. Динамика фитоиндикационных показателей антропогенеза в Донбассе (2000-2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 1-2. – С. 31-36.
4. Сафонов А.И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16.
5. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
6. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 5–12.
7. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
8. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. № 2. – С. 219-221.
9. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 52–59.
10. Сафонов А.И. Технология биоиндикации в Донецком экономическом регионе // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 285-286.
11. Сафонов А.И., Мирненко Н.С. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3-4. – С. 43-48.
12. Кравсун Т.И. Фитотестирование загрязнения тяжёлыми металлами почв Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 3 (6). – С. 37-44.
13. Бойко Н.В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 27–30.
14. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.

TERATOGENICITY OF PLANT FLOWERS IN CONDITIONS OF ANTROPOGENICALLY TRANSFORMED ENVIRONMENT

Annotation. The paper presents the results of teratological deviations in the structure of inflorescences of plants from different ecotopes of Donbass in an anthropogenically transformed environment.

Keywords: Donetsk, environmental monitoring, phytoindication.

Streblyanskaya E.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.15 : 902.672 (477.60)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ВИДОВ ВТОРИЧНОЙ ОСЕННЕЙ РЕВИТАЛИЗАЦИИ В ДОНБАССЕ

Ткаченко А.Н.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Проведена индикационная палинологическая экспертиза некоторых растений Донбасса, которые характеризуются вторичной осенней ревитализацией и генеративными проявлениями в стадии цветения с образованием пыльцы в разных экологических условиях.

Ключевые слова: Донбасс, экологический мониторинг, фитоиндикация, палинология.

Анализ пыльцевого материала принципиально важен в стратиграфии [1], экологическом мониторинге [2], фитоиндикации [3], экосистемном нормировании [4], структурной ботанике [5], при определении стратегических потенциалов фитоиндикаторов [6, 7], усовершенствовании методов спорового анализа [8, 9], в системе принятия решений муниципального уровня [10] и оценке промышленной среды по фитоиндикационной составляющей [5, 7, 11, 12] с обязательным участием членов СНО кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета [13].

Цель работы – провести несколько палинологических контрольных заключений (экспертиз) для видов осенней ревитализации в Донбассе для установления индикационной пластичности этих видов и критерию качества пыльцевого материала в разных условиях промышленно напряженной среды. Уникальность работы с пыльцевым материалом заключается в получении возможных ежедневно меняющихся данных в параметрах среды – при кризисном экологическом мониторинге, например, в отслеживании залповых несанкционированных выбросов предприятий или иных резких воздействий на природные системы, в том числе, – в результате открытого военного конфликта на территории Донбасса.

Появление тератных пыльцевых зерен по палинографическим данным является показателем более глубокой трансформации экосистемы, в которой формируется структурно-пластичная особь. Поэтому общие числовые показатели (по сравнению со степенью дефектности пыльцы) у растений в отношении тератности пыльцевых зерен – значительно меньше. Тенденция больших показателей для улиц с интенсивной автомобильной нагрузкой сохранилась, меньшие показатели зафиксированы для территорий рекреационного назначения, что позволяет их рекомендовать для зон условного контроля в черте города при проведении дальнейших детальных мониторинговых исследований или сравнительного анализа этих же партеров в годы последующего эколого-ботанического анализа урбосреды.

Из качественной экспертизы установлено, что пыльцевые зерна всех изученных видов имели определенные вариации структурной организации, что требует дальнейшего детального внутривидового изучения при аутоэкологическом подходе реализации эксперимента. Поскольку индекс степени дефектности пыльцевого материала еще отражает уровень мутагенности почв (корнеобитаемого слоя – наиболее контактирующего субстрата для растительных организмов травянистой характеристики), то можно предположить чрезмерное загрязнение почв на улицах, где показатели выше 26-30 %. Такое предположение может рассматриваться как обоснование, указывающее на необходимость интенсификации оптимизационных процессов в городской среде (скашивание сорных видов, полив асфальтированного

покрытия, увлажнение улиц в периоды высоких температур и низких показателей относительной влажности).

Для понимания разницы в фитоиндикационной значимости были составлены критерии сравнения разных видов для отдельного описания вида и для дальнейшего выбора объектов экологического мониторинга: общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы, наличие пыльцевых зерен тератного типа, целостность внешних оболочек и аппарата лакун, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях. Каждый критерий по степени выраженности оценивали по 5-балльной шкале, где большее значение соответствует характеристике высшей индикационной значимости.

Achillea nobilis L. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 3, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 4).

Amaranthus retroflexus L. (данные требуют уточнения или дифференциации по специфике загрязнения и трансформации экотопов: общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 2, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 3, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 3).

Ambrosia artemisiifolia L. (вид хорошо изучен, общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 3, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Ambrosia artemisiifolia L. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 5, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 5, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 5, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Artemisia absinthium L. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 2, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 3, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 2, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Artemisia vulgaris L. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 5, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Atriplex patula L. (результаты требуют уточнения, в данном случае единичные сборы: общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 2, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 2, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 2, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Centaurea diffusa Lam. (вид хорошо изучен, поливариантен, общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 5, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 5, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 5, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Cirsium arvense (L.) Scop. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 2, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 2, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 1, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 1, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 1).

Diplotaxis muralis (L.) DC. (вид является для периода сборов монодоминантным для многих эктопов Донбасса: общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 5, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 4, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Echium vulgare L. (вид является проверенно индикаторным, общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 3, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 4, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 4, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 5, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Galinsoga parviflora Cav., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. (экспериментальные виды, требуют уточнения результатов общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 5, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 3, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 4, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 3, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Hieracium robustum Fr. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 2, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 1, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 2, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 2, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 2).

Hieracium robustum Fr. (экспериментальный вид, малоизучен, общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 2, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 2, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 3, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 5, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Matricaria recutita L. (общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 5, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 5, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 3, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Taraxacum officinale (L.) Webb ex Wigg. (апомиктичный вид, требует уточнений по принадлежности к экотопу: общий коэффициент морфологической пластичности пыльцевого материала в зрелых пыльниках – 4, степень окрашивания внутреннего содержания пыльцы – 5, наличие пыльцевых зерен тератного типа – 5, целостность внешних оболочек и аппарата лакун – 4, показатель степени дефектности пыльцы в общей выборке в неблагоприятных экологических условиях – 5).

Таким образом, нами проведено несколько палинологических контрольных заключений (экспертиз) для видов осенней ревитализации в Донбассе для установления индикационной пластичности этих видов и критерию качества пыльцевого материала в разных условиях промышленно напряженной среды.

Установлено, что качество пыльцевого материала таксономически и экотопически обусловлено, что является основанием использования такого анализа в экологическом мониторинге Донбасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзюба О.Ф. Тератоморфные пыльцевые зерна в современных и палиопалинологических спектрах и некоторые проблемы палиоистратиграфии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. – № 2. – С. 5–22.
2. Bepalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
3. Сафонов А.И. Гистологические маркеры эмбрионального аппарата фитоиндикаторов Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVIII Всероссийской научн.-практич. конф. с междунар. участием (Киров, 18 ноября 2020 г.). – Киров: ВятГУ, 2020. – С. 86–89.
4. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311–312.
5. Сафонов А.И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23–29.
6. Сафонов А.И. Стратегическая потенциализация фитоиндикаторов техногенных загрязнений // Аграрная Россия. 2009. – № 51. – С. 58–59.
7. Сафонов А.И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса // Зеленый журнал – Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. 2017. Вып. 3. С. 5–12.
8. Мирненко Н.С., Сафонов А.И. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк: ДонНУ, 2017. С. 97–99.
9. Сафонов А.И., Мирненко Н.С. Палинологический скрининг в мониторинговой программе Центрального Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 3–4. – С. 43–48.
10. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
11. Сафонов А.И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018: Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
12. Сафонов А.И. Сорно-рудеральная фракция урбанофлоры Донецкой агломерации как показатель трансформации локальных экосистем // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16–18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 13–16.
13. Бойко Н.В., Фесенко О.О., Медяник А.С. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1.: Естественные науки. – С. 27–30.

PALINOLOGICAL CHECKS OF SECONDARY AUTUMN REVITALIZATION IN DONBASS

Annotation. An indicator palynological check of some Donbass plants, which are characterized by secondary autumn revitalization and generative fazes in the form of flowering with the formation of pollen in different environmental conditions, has been carried out.

Keywords: Donbass, environmental monitoring, phytoindication, palynology.

Tkachenko A.N.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 556.114 : 574.52(477.60)

ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ АМВРОСИЕВСКОГО И ГОРЛОВСКОГО РАЙОНОВ

Ткаченко А.В.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В работе представлены данные по мониторингу водных объектов в Донбассе. Предметом исследований является оценка состояния водной среды, а также установление способности к самоочищению водоемов. Представлены результаты гидрохимических исследований водных объектов Амвросиевского и Горловского районов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, Донбасс, водный объект, сточные воды, самоочищение.

Водные объекты – неотъемлемые и безгранично значимые ресурсы планеты. Воздействие человека приводит к ухудшению качества водной среды, изменению структурно-функциональной организации водных систем, снижению рыбохозяйственного и рекреационного состояний водоёмов и водотоков. Водоёмы, которые расположены в черте города, являются примером водных объектов, подверженных значительной антропогенной нагрузке в связи с постоянной урбанизацией.

Вследствие сброса сточных вод в водоёмы и водотоки, изменяются физические качества воды, а также её химический состав. Оценка поступающих ингредиентов в водные объекты имеет значение в экологических исследованиях. Каждый водный объект обладает неотъемлемыми естественными гидрохимическими качествами, которые являются его исходными характеристиками, формирующимися под влиянием гидрологических и гидрохимических процессов, которые протекают в водоеме, а также зависят от интенсивности внешнего загрязнения водоёма. Совместное воздействие этих процессов может как нивелировать антропогенное воздействие путём самоочищения водного объекта, так и привести к загрязнению и истощению водных ресурсов [1].

Способность к самоочищению каждого водного объекта, то есть количество загрязняющих веществ, которое может быть переработано и нейтрализовано водоемом, зависит от разнообразных факторов и подчиняется определенным закономерностям (поступающее количество воды, разбавляющее загрязненные сточные воды, температура стоков, изменение этих показателей по сезонам, качественный состав загрязняющих ингредиентов и др.) [2].

Целью данного исследования являются изучение распределения химических веществ в водной среде, а также способности поверхностных вод к самоочищению в тех водоемах, которые обозначены в работе (Горловского и Амвросиевского районов).

Для исследования нами были выбраны следующие объекты: балка Заячья, приток р. Грузской (г. Иловайск), пруд насосной станции 9 км (г. Дебальцево). Химический анализ водоёмов проводили в июле и августе 2020 года выше и ниже сброса сточных вод в водоём. В ходе химического анализа были использованы: фотоэлектрокалориметр Unico 2100E, фотолаб, АН-2 – анализатор нефтепродуктов, лабораторные весы (для определения сухого остатка, сульфатов и другое).

Выбор расположения пункта наблюдения является одним из важнейших этапов организации работ по мониторингу водных объектов. Под пунктом наблюдения мы понимаем место на водоёме или водотоке, в котором осуществляются комплексные работы по получению данных о качестве и составе воды. Пункты наблюдений

организуют в первую очередь, на водоёмах, которые имеют важное народнохозяйственное значение, а также объектах, которые подвергаются наибольшему загрязнению сточными водами предприятий, хозяйственно-бытовыми стоками, а также стоками сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов. Помимо этого, при расположении пунктов учитывают состояние и перспективы использования водного объекта [2–4]. Количество и месторасположения пунктов наблюдений должны обеспечить получение наиболее полной информации.

Пункты наблюдений включают в себя один или несколько створов. Под створом понимают условное поперечное сечение водного объекта, в котором проводят комплексные работы для получения необходимых данных [4–5]. Створы располагаются с учетом гидротехнических, метеорологических условий, а также морфологических особенностей водоёма. На водотоках, где отсутствует организованный сброс сточных вод, один створ определяют в устьях загрязненных притоков, в том числе устанавливают створы в незагрязненных местах, перед плотинами водного объекта, на замыкающих участках рек. Работа реализована в рамках индивидуальных инициативных программ студенческого научного общества ДонНУ [6–8] и интересов информационного развития кафедры ботаники и экологии [9–11].

В ходе исследования были получены данные, которые представлены в табл. 1 для балки Заячьей и в табл. 2 – для пруда насосной станции 9 км (г. Дебальцево).

Таблица 1 – Химический анализ балки Заячьей, приток р. Грузкой

Показатели	Место отбора проб сброс №1 очистного сооружения Иловайск		
	выше 500 м от сброса (мг/дм ³)	в месте сброса сточных вод (мг/дм ³)	ниже 500 м от сброса (мг/дм ³)
рН	7,93	8,5	8,04
Взвешенные вещества	11,5	13,0	12,0
Растворенный кислород	8,8	10,02	9,28
БПК - 5	3,68	3,0	2,88
ХПК	9,5	8,2	7,0
Сухой остаток	1841	2503	1981
Железо общее	0,076	0,102	0,088
Хлориды	252	315	262,0
Сульфаты	652,6	811,4	783,5
Азот аммонийный	0,368	0,516	0,422
Нитриты	0,051	0,083	0,068
Нитраты	23,0	82,3	40,0
СПАВ	0,094	0,156	0,096
Нефтепродукты	0,5	0,94	0,63
Фосфаты	3,3	4,57	3,98

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что предельно-допустимые концентрации в пределах нормы, что свидетельствует о том, что водоём способен к самоочищению. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, производится в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод. Эти правила предназначены для регулирования состава и концентрации веществ в сточных водах, а также регламентируют установление норм предельно-допустимого сброса веществ для водных объектов различных категорий [5].

Среди физических факторов наиболее важное значение для самоочищения водного объекта имеет разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений.

Качественное перемешивание и снижение концентраций взвешенных частиц достигается за счет течения рек, оседания на дно нерастворимых осадков, отстаивание загрязненных вод. Отмечается способность к самоочищению исследуемых водных объектов через 500 м от места сброса сточных вод. Это получается благодаря разбавлению и перемешиванию стоков.

Таблица 2 – Химический анализ пруда насосной станции 9 км (г. Дебальцево)

Показатели	Место отбора проб сброс №1 очистного сооружения Иловайск		
	выше 500 м от сброса (мг/дм ³)	в месте сброса сточных вод (мг/дм ³)	ниже 500 м от сброса (мг/дм ³)
рН	7,2	8,21	7,67
Взвешенные вещества	14,7	18,4	16,0
Растворенный кислород	7,4	9,55	7,2
БПК - 5	5,2	5,6	4,8
ХПК	-	-	-
Сухой остаток	898,7	1350	942,0
Железо общее	0,089	0,253	0,096
Хлориды	92,8	102	96,0
Сульфаты	267,2	378,8	274,8
Азот аммонийный	0,142	0,249	0,151
Нитриты	0,103	0,251	0,112
Нитраты	6,8	12,6	7,6
СПАВ	н/о	н/о	н/о
Нефтепродукты	н/о	н/о	н/о
Фосфаты	7,02	10,56	7,28

Следовательно, сточные воды негативно влияют на процессы естественного очищения водных объектов от органических веществ. Изучение процессов естественного самоочищения водоёмов и водотоков проводится по двум направлениям: посредством учета изменения биохимического потребления кислорода и учета продуктов нитрификации при разных значениях загрязняющих ингредиентов [5]. Следовательно, итоговая цель данных исследований – определение значений загрязняющих веществ в водных объектах, при которых не будут нарушены основные процессы самоочищения водоемов и водотоков. Целесообразное использование водных объектов представляет серьезную проблему. Прежде всего, необходимо обеспечить охрану водных ресурсов от возможных загрязнений, следовательно, требуется ограничить сброс промышленных стоков в водные объекты, так как они занимают первое место по причиняемому ущербу.

Также следует ограничить количество сброса стоков в водоёмы, в частности, совершенствовать технологии производства, очистки и утилизации загрязняющих веществ. Неотъемлемым аспектом является взимание платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ, в дальнейшем перечисление полученных средств на разработку новых безотходных технологий и сооружений по очистке стоков. Для оптимизации экологической ситуации на объектах необходимо снижать размер платы за загрязнения окружающей среды предприятиям с минимальными выбросами и сбросами, что в дальнейшем будет служить приоритетом для уменьшения концентрации вредных веществ в сточных водах.

Проанализированные научные результаты рассматриваются в качестве методической и дидактической базы для организации учебного процесса на кафедре ботаники и экологии [12–16]. Полученные данные можно использовать в

образовательном процессе – на лабораторных работах с целью повышения заинтересованности к проблемам загрязнения водных ресурсов среди студентов.

Автор выражает благодарность Ермолаевой Софии за помощь в реализации лабораторно-инструментального гидрохимического исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации // Охрана труда и социальное страхование. – 2006. – №12. – С. 55–70.
2. Сметанин В.И. Восстановление и очистка водных объектов. – М: КолосС, 2003. – 157 с.
3. Хвастунов А.И. Экологические проблемы малых и средних промышленных городов: оценка антропогенного воздействия. – Йошкар-Ола, 1999. – 247 с.
4. Инженерная экология: Учебник / ред. В.Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
5. Башкин В.Н., Савин Д.С., Курбатова А.С., Солнцев В.Н. Геоэкологическая оценка состояния долины реки Сутень на территории города Москвы // География и природные ресурсы. - 2004. - №1. – С. 30–58.
6. Зайцева Е.В. Картирование информации фитоиндикационного назначения в Донбассе // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 56–60.
7. Бондарь Е.Н., Ночвина Т.С., Цеплая Е.А. Бриобионты городских агломераций Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Естественные науки. – Донецк: ДонНУ. – 2020. – Вып. 12. Т.1. – С. 31-34.
8. Бойко Н.В. Палинографические результаты для некоторых фитоиндикаторов Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 27–30.
9. Сафонов А.И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2019. – № 1–2. – С. 35–43.
10. Сафонов А.И. Тканевая диагностика эмбриональных структур фитоиндикаторов Донбасса // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2020. – № 3-4. – С. 110–115.
11. Сафонов А.И. Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе // Экологическая ситуация в Донбассе. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – Т. 1. – С. 288–293.
12. Сафонов А.И. Преемственность экологического образования в системе "школа – университет – предприятие" // Экологическая ситуация в Донбассе. – Т. 1. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 151–154.
13. Сафонов А.И. Образовательные технологии подготовки биологов специализации по садово-парковому дизайну в Донецком национальном университете // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: Матер. Всерос. научн.-практич. конф. с междунар. участием. – Симферополь: Изд-во КФУ, 2017. – С. 73–75.
14. Safonov A.I. Approbation of botanical expertise method in ecological monitoring // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 219-221.
15. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
16. Абуснайна М.В. Фитоиндикация как научный ресурс организации экологического образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк: ДонНУ, 2020. – Вып. 12, Т.1: Естественные науки. – С. 5–8.

LOCAL MONITORING OF THE STATE OF WATER BODIES IN AMVROSIYEVSKY AND GORLOVSKY DISTRICTS

Annotation. The paper presents data on the monitoring of water bodies in the Donbass. The subject of research is the assessment of the state of the aquatic environment, as well as the establishment of the ability to self-purify water bodies. The results of hydrochemical studies of water bodies of the Amvrosievsky and Gorlovsky regions are presented.

Keywords: environmental monitoring, Donbass, water body, waste water, self-cleaning.

Tkachenko A.V.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: kf.botan@donnu.ru

УДК 581.5: 574.3: 504.05

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА *TRAGOPOGON MAJOR* L. В УСЛОВИЯХ УРБОСИСТЕМЫ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Удод Я. А.

*Научный руководитель: Калинина А.В., ассистент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В данной статье изложены некоторые результаты изучения морфологической изменчивости и жизненного состояния ценопопуляций *Tragopogon major* L., формирующихся на экотопах урбосистемы Донецко-Макеевской агломерации. Определены виталитетный тип, степень процветания или угнетения ценопопуляций *Tragopogon major* L.

Ключевые слова: ценопопуляция, виталитетная структура, морфологическая изменчивость.

В современных урбонизированных системах формируются особые условия существования, влияющие на биологические процессы любого уровня организации. Неотъемлемой составляющей фитосистемы являются ценопопуляции (ЦП). Структурно-функциональные параметры ЦП наиболее точно отражают её состояние, позволяют наиболее полно выявить специфичность реагирования растений на различные экологические факторы [1–4].

Диагностика состояния ценопопуляций дает информацию об адаптивных возможностях и устойчивости различных видов, отражает жизненную стратегию видов, свидетельствует о состоянии среды обитания [5].

Мониторинг ценопопуляций представляет научный и практический интерес [1,4,5].

Оценивая уровень изменчивости в популяции, можно также определить наличие неблагоприятных факторов воздействия среды на растение. О них свидетельствуют, как правило, массовое проявление тератологических изменений и увеличение амплитуды изменчивости [7-9].

Жизненное состояние популяций является диагностической характеристикой ЦП в оценке общего состояния популяций. Жизненность (виталитет) – это усредненный уровень процветания или угнетения ценопопуляций растений в зависимости от условий обитания [6,10]. По данным исследователей, виталитетный состав ценопопуляций быстро реагирует на изменение условий среды, отражает важнейшие условия существования, имеет значение при мониторинге динамики развития ценопопуляций [1, 6, 10,11].

Цель исследования – определить изменчивость некоторых морфологических признаков и виталитетную структуру ценопопуляций *Tragopogon major* в условиях урбосистемы Донецко-Макеевской агломерации.

Материалы и методика исследования

Исследование особей и ценопопуляций *Tragopogon major* проводилось в окрестностях Донецко-Макеевской агломерации в вегетационный период 2020 г. Экспериментальные площадки принадлежат к разным функциональным зонам Донецко-Макеевской агломерации:

- 1) пустырь, примыкающий к промышленной зоне Коксохимического завода, Кировский район, г. Донецк (ЦП 1);
- 2) набережная р. Кальмиус, Ворошиловский район, г. Донецк (ЦП 2);
- 3) селитебная зона, Черемушки, г. Макеевка (ЦП3);
- 4) обочина дороги, Червоногвардейский район, г. Макеевка (ЦП 4);

- 5) обочина дороги, Калининский район, г. Донецк (ЦП 5);
- 6) обочина дороги, микрорайон Зеленый, Горняцкий район, г. Макеевка (ЦП 6);
- 7) территория ботанического заказника местного значения «Зорянская степь» в Горняцком районе, г. Макеевки – место условного контроля (ЦП7).

Выбор оценочных признаков был выполнен исходя из биологических и индикационных способностей вида. Информативными признаками строения и функционального состояния *Tragopogon major* определили, как вегетативную, так и генеративную сферы: 1) высоту растений (ChVeg1); 2) количество генеративных побегов (ChVeg2); 3) длина семянки с паппусом (ChGen1); 4) абсолютная длина семянки (ChGen2).

Геоботанические и популяционные исследования проводили методом закладки трансект и пробных площадей. В качестве меры изменчивости признаков использовали коэффициент вариации. Уровни варьирования признаков приняты по Г.И. Зайцевой. Оценка виталитета ЦП проведена по методу Ю.А. Злобина. Жизненность оценивали с помощью интегрального показателя качества ценопопуляции (Q) и определяли типы ценопопуляций: процветающие, равновесные, депрессивные. С целью более точного определения степени виталитетного типа использовалась степень процветания (I_Q), предложенная А.Р. Ишбирдиным, М.М. Ишмуратовой [4]. Для расчета статистических значений признаков программу Excel.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования проанализировали амплитуду изменчивости выбранных признаков, представленную коэффициентом вариации (CV). Анализ морфологических признаков показал: признаки вегетативной сферы характеризуются более широким спектром варьирования, чем признаки генеративной сферы.

Высокий уровень варьирования отмечен во всех исследованных ЦП в случае с вегетативным признаком ChVeg2 (34,79-43,34%). Средний уровень варьирования характерен для признаков: ChVeg1 (10,52-20,72%), ChGen1 (10,01-16,51%), ChGen2 (10,0-15,51%) (таблица 1).

Таблица 1 – Изменчивость морфологических признаков *Tragopogon major* L.

	Морфологические признаки	Выборочное среднее, $M \pm m$	Коэффициент вариации, CV	Относительная ошибка выборочной средней, S_x
1	ChVeg1	68,9±9,92	13,92	5,37
	ChVeg2	2,10±0,99	43,34	0,27
	ChGen1	48,48±7,68	16,87	1,72
	ChGen2	12,37±3,33	15,51	0,53
2	ChVeg1	69,00±14,70	20,72	4,65
	ChVeg2	2,80±1,14	40,44	0,36
	ChGen1	42,53±7,00	14,76	1,31
	ChGen2	13,55±3,65	13,37	0,59
3	ChVeg1	71,2±10,23	19,19	3,79
	ChVeg2	2,10±1,09	41,55	0,23
	ChGen1	42,30±4,98	10,01	0,45
	ChGen2	15,55±3,79	10,00	0,33
4	ChVeg1	75,9±11,11	18,9	3,01
	ChVeg2	1,60±0,76	22,9	0,93
	ChGen1	36,053±6,34	12,9	0,93
	ChGen2	13,8±3,44	11,97	0,60
5	ChVeg1	78,04±9,11	18,72	5,57
	ChVeg2	1,90±0,99	40,34	0,31

	ChGen1	39,9±6,72	12,33	0,74
	ChGen2	15,0±2,02	12,35	0,11
6	ChVeg1	68,90±8,26	12,53	2,61
	ChVeg2	1,45±0,42	35,9	0,17
	ChGen1	45,05±6,12	12,65	0,97
	ChGen2	14,05±3,01	11,16	0,26
7	ChVeg1	74,8±7,87	10,52	2,49
	ChVeg2	2,40±1,07	34,79	0,34
	ChGen1	47,6±4,98	10,37	1,21
	ChGen2	15,55±2,97	10,89	0,41

Определяя жизненность ценопопуляций *Tragopogon major* L., использовали двумерный подход. Ценопопуляции, формирующиеся на экспериментальных площадках, характеризуются распределением особей по уровням жизненности – классам виталитета. Все исследуемые ценопопуляции по типу жизненности определили как процветающие (таблица 2).

Оценка степени процветания или депрессивности демонстрирует результаты сходные с показателем жизненности результаты. Степень отклонения I_Q от единицы наименьшая в ЦП3, ЦП4, наибольшая степень отклонения I_Q от единицы зафиксирована с ЦП7 (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка жизненности ценопопуляций *Tragopogon major* L.

ЦП	Классы виталитета			Тип ценопопуляции	Q	I_Q
	a	b	c			
1	0,19	0,55	0,31	процветающая	0,37	1,19
2	0,28	0,45	0,27	процветающая	0,28	1,34
3	0,23	0,38	0,32	процветающая	0,34	1,02
4	0,20	0,47	0,33	процветающая	0,34	1,01
5	0,30	0,45	0,25	процветающая	0,38	1,50
6	0,30	0,45	0,25	процветающая	0,38	1,50
7	0,23	0,60	0,17	процветающая	0,42	2,44

Примечание к таблице. а – первый класс виталитета; в – второй класс виталитета; с – третий класс виталитета.

В результате проведенных исследований установили, что морфологические признаки *Tragopogon major* L., реагируют на локальные условия пробных площадок. В характере варьирования отметили, что вегетативные признаки отличаются завышенными показателями вариации, в сравнении с признаками генеративной сферы. Наибольшую вариабельность исследованных признаков отметили в ЦП1, ЦП2, наименьшую - ЦП1, ЦП3. По всем рассмотренным параметрам, формирующиеся на пробных площадках ЦП, относятся к процветающему типу жизненности. Таким образом, на основании полученных результатов установили, что локальные условия экспериментальных площадок урбосистемы Донецко-Макеевской агломерации отвечают требованиям исследуемого вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинина А.В. Популяционный мониторинг техногенных экотопов некоторых породных отвалов г. Макеевки // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 13-15.
2. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 6–12.
3. Сафонов А. И. Фитоквантификация как информационный ресурс экологического мониторинга Донбасса // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 216–217.
4. Сафонов А. И. Специфика подготовки учебно-методической продукции ботанико-экологического содержания для научной библиотеки ДонНУ // Донецкие чтения 2019 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 6. Ч. 5. Пед. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 294–297.
5. Удод Я. А. Биомониторинг урбосистемы Донецко-Макеевской агломерации на основе параметров ценопопуляций *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». Донецк : ДонНУ, 2020. Вып. 12, Т. 1.: Естественные науки. С. 152–156.
6. Приходько С.А., Ибатулина Ю.В., Остапко В.М. Эколого-демографическая структура природных и интродукционных ценопопуляций как индикатор состояния степных фитоценозов / С.А. Приходько, Ю.В. Ибатулина, В.М. Остапко. – Донецк, 2013 – 309 с.
7. Сафонов А. И. Инвентаризация промышленных объектов Донбасса по фитоиндикационным критериям // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 1. – С. 121-128.
8. Сафонов А. И. Тератогенез растений-индикаторов промышленного Донбасса // Разнообразие растительного мира. – 2019. – № 1 (1). – С. 4-16.
9. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценоценозов растений. Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. 145 с.
10. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценоценозные стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии, 2004. Ч. 2. С. 113 -120.
11. Калинина А.В. Карполого-индикационная изменчивость рудералов в условиях городской среды / А.В. Калинина, А.А. Исиков, А.И. Сафонов // Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности Материалы I Международной научной конференции. Под общей редакцией С.В. Беспаловой. - Том. 1. Физико-математические, технические науки и экология. – 2016. – С. 312-314.

VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND VITALITY STRUCTURE OF TRAGOPOGON MAJOR L. UNDER THE CONDITIONS OF THE URBOSYSTEM OF DONETSK-MAKEEVSKAYA AGLOMERATION

Annotation. This article presents some of the results of studying the morphological variability and life state of the *Tragopogon major* L. cenopopulations that form in the ecotopes of the urban system of the Donetsk-Makeyevka agglomeration. The vitality type, the degree of prosperity or oppression of the cenopopulations of *Tragopogon major* L.

Key words: cenopopulation, vitality structure, morphological variability.

Udod Ya.A.

Scientific adviser: Kalinina A.V., assistant

Donetsk National University

E-mail: kalinina.angela91@mail.ru

УДК 579.66

ВЛИЯНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА МЕТАБОЛИЗМ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

Финькова Е.Е., Эренбург О.В, Ляшова А.С., Ткаченко Д.С
Научный руководитель: Легенький Ю.А
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Аннотация: В настоящей работе показано, что жизнеспособность и метаболизм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* снижается при сорбции ионов меди из модельных растворов. Так же показано, что переменное магнитное поле с индукцией 20 мТл и частотой 50 Гц незначительно влияет жизнеспособность и метаболизм нативных клеток при исследованной экспозиции, но при воздействии этого поля на клетки в процессе сорбции двухвалентных ионов меди их жизнеспособность и метаболизм снижается более существенно, чем при раздельном влиянии каждого из факторов. Полученные результаты представляют интерес для отработки технологий очистки сточных вод с применением дрожжевых клеток.

Ключевые слова: дрожжевые клетки, ионы меди, переменное магнитное поле, жизнеспособность, биосорбент.

Вступление. Естественные электрические и магнитные поля воздействуют на окружающую среду и все биологические организмы. Также в настоящее время на биосферу влияют искусственно созданные электромагнитные поля, которые возникли в окружающей среде в результате антропогенной деятельности. Как следует из научных публикаций, такие поля, в зависимости от условий воздействия, могут оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее влияние на развитие различных биологических организмов [1-3]. Так же в литературе указывается на избирательную чувствительность живых систем к некоторым частотным диапазонам электромагнитных полей [3]. На данный момент механизмы влияния магнитных полей на биологические организмы полностью не изучены, в научной литературе активно обсуждается ряд гипотез и идет накопление экспериментального материала.

Целый ряд исследований по влиянию магнитных полей на микроорганизмы проведен на дрожжевых клетках *Saccharomyces cerevisiae* [3], которые являются представителями эукариотических клеток, при этом считаются удобным объектом для исследований, а также широко применяются в биотехнологиях и в пищевой промышленности. В частности, известно, что дрожжи можно использовать в качестве биосорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (ТМ) [4-7]. Как указано в работе [4] клетки *Saccharomyces cerevisiae* являются хорошим биосорбентом и могут использоваться для удаления ионов ТМ из их растворов, особенно эффективно при малых концентрациях ионов ТМ, при этом более эффективными сорбентами являются живые клетки. Также в научной литературе представлены исследования по влиянию магнитных полей на процессы сорбции ионов тяжелых металлов [7, 8]. Показано, что можно активизировать сорбционные процессы приложением внешних магнитных полей. Поэтому важно знать, как влияют электромагнитные поля, которые есть повсюду в окружающем технологическом мире и применяются в технологических процессах, на жизнеспособность и метаболизм дрожжевых клеток в процессе сорбции ионов ТМ или после нее, так как в продвинутых очистных технологиях дрожжевые клетки можно использовать в нескольких циклах очистки. В настоящее время в научной литературе работ достаточно много работ по исследованию раздельного влияния на

жизнеспособность дрожжей сорбции ионов ТМ или магнитного поля, но мы не нашли работ по влиянию на жизнеспособность дрожжей совместного действия этих факторов.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния сорбции двухвалентных ионов меди Cu^{2+} и переменного магнитного поля с частотой 50 Гц и амплитудой 20 мТл на жизнеспособность и метаболизм дрожжевых клеток.

Материалы и методы. В данном исследовании использовались дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* «Pakmaya Cristal», изготовленные Pak Gida Uretim ve Pazarlama A.S. Дрожжи «Pakmaya Cristal» это специально разработанный дрожжевой штамм дрожжевых клеток, предназначенный для интенсивного брожения с уменьшенным пенообразованием, не требующий предварительной активации.

Химические реактивы. Медь сернокислая, 5-водная, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, «чда». Глюкоза раствор д/ин. 40 %. Метиленовый синий, «чда».

Для оценки влияния исследуемых факторов (то есть сорбции ионов меди и переменного магнитного поля) на метаболизм дрожжевых клеток в настоящей работе использовался экспресс метод, описанный в работе [9]. В работе [9] показано, что токсичность действия ионов тяжелых металлов можно определять по подавлению пенообразования в суспензии дрожжей при их инкубировании в растворе глюкозы. В работе [9] провели сравнительную оценку влияния ионов тяжелых металлов на рост, жизнеспособность и активность пенообразования популяций дрожжевых клеток. В работе [9] показано, что активность пенообразования дрожжей была более чувствительной к повреждающему действию исследованных ионов ТМ по сравнению с показателями, отражающими рост популяций дрожжевых клеток и их жизнеспособность. Суть данного метода заключается в помещении равных объемов суспензий, содержащих равное количество дрожжевых клеток в мерные пробирки, добавлении в эти пробирки в нулевой момент времени равных количеств раствора глюкозы и измерении временной зависимости объема пены, выделившейся на поверхности исследуемой суспензии клеток.

Для оценки жизнеспособности исследуемых популяций дрожжевых клеток, в качестве ее уровня, в настоящей работе использовали долю живых клеток в исследуемых популяциях. Для различения мертвых и живых дрожжей использовался метод окрашивания метиленовым синим. Подсчет живых и мертвых клеток дрожжей проводился с помощью камеры Горяева. В качестве контроля для каждой из групп дрожжей служили образцы суспензий нативных клеток.

Влияние сорбции ионов меди на жизнеспособность и активность пенообразования дрожжевых клеток исследовали после экспозиции дрожжевых клеток в водном растворе $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в течении 90 минут при концентрации 3 мМ по меди. Значения времени сорбции 90 минут и концентрации ионов меди в растворе 3 мМ, были выбраны, так как предварительные исследования показали, что при таких временах сорбции и концентрациях ионов меди в растворе для данного штамма дрожжевых клеток уже наблюдается заметное уменьшение доли живых клеток в популяции, но это уменьшение не превышает 30 % от доли живых клеток в контрольной популяции.

Влияние переменного магнитного поля (ПемП) частотой 50 Гц и совместного действия сорбции ионов меди и ПемП на жизнеспособность и метаболизм дрожжевых клеток исследовали после экспозиции в магнитной системе суспензий дрожжевых клеток без содержания ионов меди и с содержанием ионов меди при амплитуде индукции магнитного поля $B=0,02$ Тл и времени экспозиции 90 минут. Время воздействия переменного магнитного поля было выбрано из следующих соображений. Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» при локальном воздействии на отдельные части тела человека (конечности) переменного

магнитного поля частотой 50 Гц в течении 60 минут предельно допустимый уровень индукции магнитного поля составляет 8 мТл. Нами были выбраны заведомо более высокое значение амплитуды индукции воздействующего поля и более длительное время воздействия. Из обзора литературных данных следует, что подобное воздействие на дрожжевые клетки может как угнетать, так и стимулировать их жизнеспособность и ферментативную активность в зависимости от условий и штамма дрожжей [1-3].

Все эксперименты по воздействию исследуемых факторов и определению активности пенообразования проводились при температуре $22 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Концентрация глюкозы в суспензии клеток при измерении активности пенообразования составляла 1 %. Определение доли живых клеток в популяции проводилось сразу после измерения активности пенообразования.

Для исследований жизнеспособности и проведения измерений активности пенообразования было подготовлено 4 вида образцов суспензий дрожжевых клеток, отличающихся воздействующими на клетки факторами. Описание этих видов образцов суспензий приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расшифровка номеров образцов исследованных суспензий и условия их получения

№ образца	Описание образца	Условия воздействия
1	Популяция нативных дрожжевых клеток	Без воздействия. Контроль.
2	Популяция дрожжевых клеток после экспозиции в растворе ионов Cu без воздействия ПеМП	Время сорбции 90 минут
3	Популяция дрожжевых клеток после воздействия ПеМП без экспозиции клеток в растворе ионов Cu	Время воздействия ПеМП 90 минут
4	Популяция дрожжевых клеток после воздействия ПеМП, при котором клетки находились в растворе ионов Cu	Время воздействия ПеМП и ионов Cu 90 мин.

Все эксперименты проводились в пяти повторениях с последующей статистической обработкой.

Результаты и обсуждение. Результаты измерений временных зависимостей активности пенообразования для всех исследованных образцов суспензий приведены на рисунке 1.

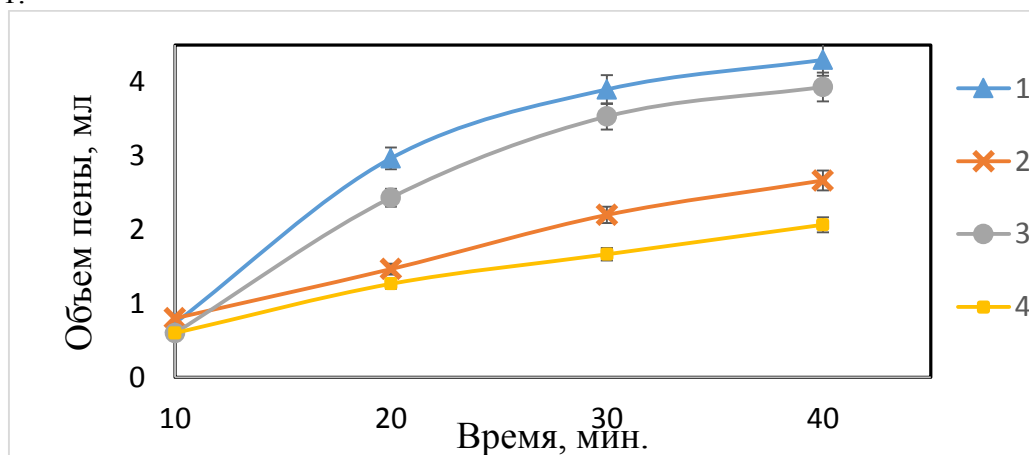


Рисунок 1. Влияние сорбции двухвалентных ионов меди и ПеМП на пенообразование дрожжевых клеток. Кривая 1 – контроль, кривая 2 – дрожжи после сорбции ионов меди, кривая 3 – дрожжи после воздействия ПеМП, кривая 4 – дрожжи после совместного воздействия ионов меди и ПеМП

Номера образцов 1, 2, 3, 4 на рисунке 1 соответствуют номерам образцов в таблице 1. Из данных представленных на рисунке 1 видно, что временные зависимости увеличения объема выделяющейся пены для суспензий, клетки которых не взаимодействовали с ионами меди, носят нелинейный характер (кривые 1 и 2), а для суспензий, клетки которых сорбировали ионы меди, характер кинетики возрастания объема выделяющейся пены близок к линейному виду (кривые 3 и 4). Из анализа рисунка 1 следует, что раздельное влияние каждого из факторов (то есть сорбция ионов меди или воздействие переменного магнитного поля с исследованными параметрами) подавляет пенообразующую активность клеток исследованного штамма дрожжей относительно нативных клеток. При этом необходимо отметить, что после совместного воздействия сорбции ионов меди и переменного магнитного поля, активность пенообразования была подавлена более сильно, чем при раздельном воздействии каждого из этих факторов (кривая 4).

Уменьшение активности пенообразования после воздействия повреждающих факторов, может быть связано с уменьшением количества живых клеток в популяции или с подавлением метаболизма клеток при сохранении их жизнеспособности. Для выяснения этого вопросы были проведены измерения жизнеспособности, оцениваемой по доле живых клеток в популяции, для исследованных образцов суспензий дрожжевых клеток. Полученные результаты представлены на рисунке 2 в виде гистограммы (маркеры с косой штриховкой). Номера 1, 2, 3, 4 на горизонтальной оси рисунка 2 соответствуют номерам образцов суспензий, описанных в таблице 1. Для сопоставления данных, полученных при исследовании активности пенообразования и данных, полученных при исследовании жизнеспособности, на этом же рисунке представлены данные по активности пенообразования из рисунка 1 при длительности процесса, равной 40 минут, нормированные на активность пенообразования нативных дрожжей (маркеры со сплошной заливкой).

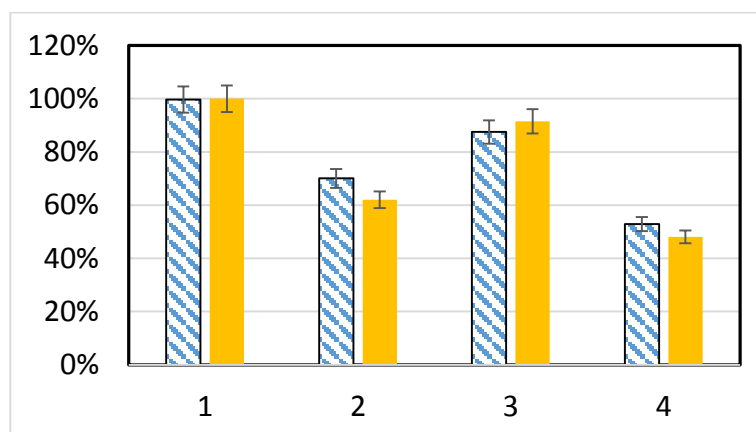


Рисунок 2. Сопоставление влияния сорбции двухвалентных ионов меди и ПеМП на жизнеспособность (штриховая заливка) и метаболизм (сплошная заливка) дрожжевых клеток. 1 – контроль, 2 – дрожжи после сорбции ионов меди, 3- дрожжи после воздействия ПеМП, 4 – дрожжи после совместного воздействия ионов меди и ПеМП

Таким образом, на рисунке 2 относительная доля живых клеток и относительный объем пены, выделившейся за 40 минут, для контрольного образца нативных клеток приняты за 100%. Остальные показатели нормированы на соответствующие значения для контрольного образца. Из анализа рисунка 2 видно, что наблюдается качественная корреляция между изменением относительной доли живых клеток в исследованных

популяциях и относительными изменениями активности пенообразования. То есть при исследованных условиях воздействия повреждающих факторов подавление активности пенообразования обусловлено, в основном, уменьшением относительной доли живых клеток в популяциях.

Одним из основных механизмов повреждающего действия и магнитных полей и ионов меди при повышенных концентрациях считается увеличение проницаемости плазматической мембраны дрожжей. Вполне возможно в наших экспериментах наблюдалось усиление такого повреждающего действия при совместном воздействии исследованных факторов.

Выводы. В работе показано, что жизнеспособность дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, оцениваемая по доле живых клеток в популяции, и метаболизм дрожжей, оцениваемый по активности пенообразования, снижается при сорбции ионов меди из модельных растворов с концентрацией 3 мМ. Так же показано, что переменное магнитное поле с индукцией 20 мТл и частотой 50 Гц незначительно влияет на метаболизм нативных клеток при исследованной экспозиции, но при воздействии этого поля на клетки в процессе сорбции ионов меди их жизнеспособность и метаболизм снижается более существенно, чем при раздельном влиянии каждого из факторов. Полученные результаты представляют интерес для отработки технологий очистки промышленных сточных вод с применением дрожжевых клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. Beretta, A. F. Mastorgio, L. Pedrali. The effects of electric, magnetic and electromagnetic fields on microorganisms in the perspective of bioremediation. // Rev Environ Sci Biotechnol.- 2019.-V 18.- P. 29–75
2. Lambert Bodewein, Kristina Schmiedchen, Dagmar Dechent. Systematic review on the biological effects of electric, magnetic and electromagnetic fields in the intermediate frequency range (300 Hz to 1 MHz). // Environmental Research.-2019.-V. 171.- P. 247-259.
3. Makarov V., Khmelinskii I. Modulation effect of low-frequency electric and magnetic fields on CO₂ production and rates of acetate and pyruvate formation in *Saccharomyces cerevisiae* cell culture. // Electromagnetic Biology and Medicine.-2015. - V. 34.- P. 93-104.
4. Аронбаев С. Д. Биосорбционное концентрирование тяжелых металлов и радионуклидов микроорганизмами и сорбентами на их основе. Обзор // Молодой ученый. – 2015. – № 24. – С. 31-50.
5. Wang J, Chen C. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: a review. // Biotechnology advances. - 2006.-V. 24(5).- P. 427-451.
6. Гаранин Р. А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. // Автореф. дис.... канд. биол. наук. М., 2011. — 25 с.
7. Смирнова Т.И. и др. Сорбция кобальта (II) дрожжевыми микроорганизмами в слабом постоянном магнитном поле // Вестник ТвГУ. Серия: Химия. – 2018. – № 1. – С. 52-58
8. Rajczykowski K., Loska K. Stimulation of Heavy Metal Adsorption Process by Using a Strong Magnetic Field. // Water, Air, & Soil Pollution. - 2018.-V. 229.- P. 1-5.
9. Вятчина О.Ф., Г.О. Жданова Г.О., Стом Д.И. Сравнительная оценка чувствительности разных тест-функций *Saccharomyces cerevisiae* к солям тяжелых металлов. // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности.- 2017.- Т. 25.- № 2.- С. 206—216.

INFLUENCE OF SORPTION OF COPPER IONS AND AN ALTERNATING MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY ON THE METABOLISM OF YEAST CELLS

Annotation: This work shows that the viability and metabolism of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* decreases upon sorption of copper ions from model solutions. It was also shown that an alternating magnetic field with an induction of 20 mT and a frequency of 50 Hz insignificantly affects the viability and metabolism of native cells during the studied exposure, but when this field is exposed to cells during the sorption of bivalent copper ions, their viability and metabolism decrease more significantly than with separate influence of each of the factors. The results obtained are of interest for the development of wastewater treatment technologies using yeast cells

Keywords: yeast cells, copper ions, alternating magnetic field, viability, biosorbent

Finkova E.E., Erenburg O.V., Lyashova A.S., Tkachenko D.S.

Scientific adviser: Legenkiy Yu.A.

Donetsk National University

E-mail: Hellenka_finkova@mail.ru;

УДК 632.15 : 582.296.32 (477)

ЭКСПОЗИЦИЯ МОХООБРАЗНЫХ КАК НАГЛЯДНО-ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ БРИОТЕКИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ ДОННУ

Цепляя Е.А.

*Научный руководитель: Сафонов А.И. к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. Рассмотрен вопрос и возможность проведения экспозиционных мероприятий с участием экземпляров мохообразных из бриотеки Донецкого национального университета. Представлен фрагмент бриотеки E-F-G-H по таксоноспецифической экологической характеристике.

Ключевые слова: мохообразные, бриотека, Донбасс, экспозиции бриобионтов.

За годы формирования эколого-ботанических государственных программ Донбасса [1–4] были выделены отдельные таксономические представители – бриобионты – роль их в экологическом мониторинге только начинает приобретать значение для внедрения в экспертных системах при заключении и выводах о состоянии трансформированной среды [2, 5–8]. Важным этапом развития научных идей является экспозиционная работа, часто имеющая важное значение для образовательной деятельности эколого-ботанического содержания [6, 9] и демонстрации имеющихся некоторых химико-биологических результатов в том числе [10]. В рамках работы группы студенческого научно общества кафедры ботаники и экологии [11, 12] деятельность по описанию бриотеки ДонНУ продолжается.

Цель работы – представить результаты экспозиционно-выставочной работы кафедры ботаники и экологии с помощью мохообразных, как части сформированной на кафедре ботаники и экологии бриотеки буквенного соответствия E-F-G-H.

Чек-лист по буквенной принадлежности E представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Entodon repens* (Brid.) Grout (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Entodon schreberi* (Brid.) Mönk. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Eurhynchium velutinum* (Hedw.) Géneau & Maheu (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга).

Чек-лист по буквенной принадлежности F представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Fabronia splachnoides* (Froel. ex Brid.) Müll. Hal. (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Fissidens pulvinatus* Hedw. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Fontinalis hygrometrica* (Hedw.) P. Syd. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Funaria hygrometrica* Hedw. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга).

Чек-лист по буквенной принадлежности G представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Geheebia fallax* (Hedw.) R. H. Zander (сохранность удовлетворительная, эколопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Gemmabryum caespiticium* (Hedw.) J. R. Spence (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Grimmia controversa* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm. (сохранность хорошая, эколопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга).

Экспозиция коллекции мохообразных сформирована по прикладным аспектам деятельности кафедры: экологический мониторинг, систематические исследования, выявленные таксоны, биоиндикация, система многоступенчатой фитоквантификации в донецком экономическом регионе (рис. 1 – по базовым укладкам, рис. 2 – по внешнему экспонированию).



Рис. 1 – Экспозиция бриотеки по базовому интерьеру

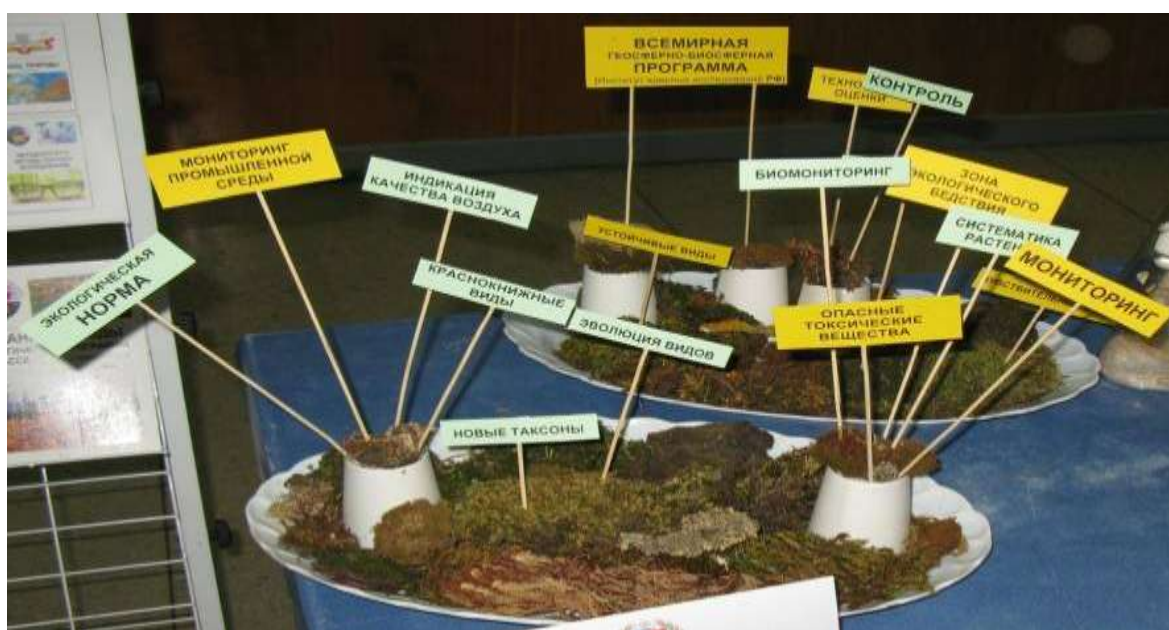


Рис. 2 – Экспозиция бриотеки по экстерьеру

Чек-лист по буквенной принадлежности Н представлен следующими видами с указанием их эколого-ботанических характеристик: *Helicopogon unguiculata* (Hedw.) Reimers & O. C. Schmidt (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Robins. (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid) Loeske (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Hylocomium schreberi* (Brid.) De Not. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hymenostomum brachycarpum* Nees & Hornsch. (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Hymenostomum microstomum* var. *brachycarpum* (Nees & Hornsch.) Huebener (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Hypnum albicans* Hedw. (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Hypnum argenteum* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum caespiticium* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum campestre* (Müll. Hal.) Mitt. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum capillare* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum chrysophyllum* Brid. (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Hypnum cupressiforme* Hedw. (сохранность материала удовлетворительная, экотопическая представленность изкая, вид только для пассивного мониторинга), *Hypnum cuspidatum* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Hypnum cuspidatum* Hedw. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum incurvatum* Schrad. ex Brid. (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Hypnum lutescens* Hedw. (требуется деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга), *Hypnum palustre* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum polyanthum* (Hedw.) Dicks. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum polycarpon* (Hedw.) Hoffm. ex Müll. Hal. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum riparium* Hedw. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum salebrosum* Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum salebrosum* var. *mildeanum* (Schimp.) Husn. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum serpens* Hedw. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного и пассивного мониторинга), *Hypnum splendens* Hedw. (сохранность хорошая, экотопическая представленность хорошая, вид активного

и пассивного мониторинга), *Hypnum turbinatum* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (сохранность удовлетворительная, экотопическая представленность низкая, вид только для пассивного мониторинга), *Hypnum velutinum* Hedw. (требует деликатности в сохранности, экотопическая представленность низкая, вид исключительно активного мониторинга).

Таким образом, рассмотрен вопрос и возможность проведения экспозиционных мероприятий с участием экземпляров мохообразных из бротеки Донецкого национального университета. Представлен фрагмент бротеки E-F-G-H по таксоноспецифической экологической характеристике. Мохообразные экспозиционно являются предметом эстетического внимания и научного интереса в регионе, следовательно, могут рассматриваться как объекты для популяризации научной и образовательной деятельности биологического факультета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bepalova S.V., Goretsky O.S., Safonov A.I. Determination of bioindicators sensitivity thresholds for ecologically unfavourable environmental factors // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2010. – № 1(10). – С. 9–25.
2. Bepalova S.V., Safonov A.I. Conceptual approaches to standardization in system of environmental biomonitoring // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2013. – № 1. – С. 8–15.
3. Сафонов А.И. Функциональная ботаника в Донбассе: экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. – № 1–2. С. 6–12.
4. Сафонов А.И. Актуальные позиции индикаторных разработок на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17-18 ноября 2020 г.). – Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 252–254.
5. Глухов А.З., Сафонов А.И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк: ЮФУ, 2016. – С. 311-312.
6. Сафонов А.И., Захаренкова Н.С., Мирненко Э.И. Введение в специализацию на кафедре ботаники и экологии ДонНУ // Донецкие чтения 2016: Образование, наука и вызовы современности: Матер. I Междунар. научн. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). – Донецк: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 196–197.
7. Safonov A.I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2013. – № 1. – С. 52–59.
8. Сафонов А.И. Фитоиндикационная экспертиза в экологическом мониторинге Донбасса // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Матер. XVII Всероссийской научн.-практич. конф. (Киров, 05 декабря 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 10-12.
9. Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДонНУ при подготовке студентами выпускных квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. I Междунар. научн.-практич. конф. под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 274–275.
10. Алемасова А.С., Сафонов А.И., Сергеева А.С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов: Матер. Междунар. научн. конф. (Киров, 16-18 апреля 2019 г.). – Киров: ВятГУ, 2019. – С. 60–65.
11. Бондарь Е.Н., Ночвина Т.С., Цеплая Е.А. Бриобионты городских агломераций Донбасса // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Естественные науки. – Донецк: ДонНУ. – 2020. – Вып. 12. Т.1. – С. 31-34.
12. Морозова Е.И., Бондарь Е.Н. Инвентаризация бротеки кафедры ботаники и экологии ДонНУ // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2020. – № 3-4. – С. 26-32.

EXPOSITION OF MOSSES AS A VISUAL AND ILLUSTRATIVE PART OF THE BRIOTECA OF THE DEPARTMENT OF BOTANICS AND ECOLOGY DONNU

Annotation. The issue and the possibility of holding exhibition events with the participation of specimens of bryophytes from the bryoteca of Donetsk National University are considered. A fragment of the E-F-G-H brioteca by taxon-specific ecological characteristic is presented.

Keywords: bryophytes, brioteca, Donbass, expositions of bryobionts.

Tseplaja E.A.

Scientific adviser: Safonov A.I. Ph.D., Head of the Department of Botany and Ecology

Donetsk National University

E-mail: nochvina.t@yandex.ru

УДК 631.874

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОЧВОУЛУЧШАЮЩИЕ СВОЙСТВА ВИДОВ РОДА *TRIFOLIUM* L.

Шевчук Н.А.

*Научный руководитель: Гридько О.А., к.б.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В работе представлено сравнительное изучение биологических особенностей некоторых представителей рода *Trifolium* L. Установлены морфологические особенности растений и качество семенного материала; выделены виды, способствующие увеличению атмосферного азота в почве по интенсивности развития бактерий рода *Azotobacter*.

Ключевые слова: плодородие почвы, сидераты, морфологические особенности, качество семян, азотфиксирующие микроорганизмы.

На сегодняшний день одной из главных проблем в земледелии Донбасса является снижение плодородия почв [1]. Это происходит в результате прямых или косвенных антропогенных влияний: применения примитивных систем земледелия, отрицательного баланса органического вещества, избытка химических удобрений в почве, дефицита органических удобрений, уменьшении массы растительных остатков, поступающих в почву [2–3].

Очевидным является то, что возможным выходом в сложившейся ситуации является использование зеленых удобрений, с помощью которых можно решить вопросы регулирования уровня почвенного плодородия [2].

В связи с этим, важное значение имеет подбор и внедрение новых культур, которые входят в состав многолетних травянистых фитоценозов и обладают экологической пластичностью, высокой азотфиксирующей способностью, долголетием, высокими кормовыми достоинствами, рационально используют агроклиматические условия, отличаются устойчивым семеношением, высокой зимостойкостью, жаро- и засухоустойчивостью, повышают плодородие почвы [3]. Следовательно, в решении проблемы восстановления и оптимизации деградированных земель основная роль отводится сидеральным культурам.

Для обозначения зеленой массы растения, запаханной в почву с целью обогащения азотом и органическими веществами, французским ученым Ж. Вилем (XIX в.) введен термин «сидерация». Термин получил название от латинского слова «siderius», что

означает звездный, относящийся к небесным планетам. В этом названии подчеркивается роль солнечного света в производстве зеленой массы удобрения [4].

В отечественной агрономической литературе К.А. Тимирязев предлагал пользоваться определением «зеленое удобрение», считая термин «сидерация» неудачным. Однако в современной литературе оба термина – «сидерация» и «зеленое удобрение» принимаются как синонимы, а культуры, запахиваемые в почву, называют сидератами [4].

Сидеральные культуры имеют важное значение как элементы экологически чистого земледелия, т.к. переводят минеральные элементы питания в органическую форму, обеспечивая запасный резерв необходимых растениям питательных веществ. Особенно ценным качеством сидеральных культур семейства Fabaceae Lindl. является способность обогащать почву атмосферным азотом, что приводит к развитию полезной микрофлоры и накоплению гумуса, препятствуя почвоутомлению и истощению [2–5]. Кроме того, сидерация улучшает физико-химические свойства почвы, понижает кислотность, создает неблагоприятные условия для прорастания семян сорных растений, содействует гибели многих вредителей сельскохозяйственных культур и патогенной микрофлоры [5], предохраняет почвы от вымывания и их деградации [4, 6].

Цель работы – сравнительное изучение биологических особенностей некоторых представителей рода *Trifolium* L. (клевер) и выявление наиболее эффективных в использовании в качестве сидеральных культур. В связи с этим предполагалось решение следующих задач: установить морфологические особенности растений и качество семенного материала представителей рода *Trifolium* местной репродукции; выделить виды, способствующие увеличению атмосферного азота в почве по интенсивности развития бактерий рода *Azotobacter*.

Объектами исследования служили три вида рода *Trifolium* коллекции кормовых растений Государственного учреждения «Донецкий ботанический сад» (ДБС) [1]: *T. alpestre* L. (к. альпийский), *T. hybridum* L. (к. гибридный), *T. rubens* L. (к. красный) и один кандидат в сорта – *T. pratense* L. 'Skif II' (к. луговой 'Скиф 2').

Исследования проводились в течение 2019–2020 гг. Морфологические особенности растений и их параметры, качество и биологические свойства семян 3 видов и 1 кандидата в сорта рода *Trifolium* изучены по общепринятым методикам [7]. Определение развития свободноживущих азотфиксаторов в почве выявлено методом обрастания почвенных комочков [8, 9]. Анализу подвергались образцы почв, отобранные в условиях опыта (при наличии сидератов на участке) и контроля (их отсутствии). Полученные результаты статистически обработаны и достоверны при $P > 0,999$.

Изучение морфологического разнообразия представителей перспективных сидеральных культур рода *Trifolium* в условиях коллекции кормовых растений ДБС позволило выявить следующие особенности внешнего вида растений [1, 10].

Trifolium alpestre (к. альпийский) – многолетнее растение с разветвлённым корневищем и ветвистыми побегами. Стеблей по несколько, прижато-волоситые, обычно неветвистые, прямые или восходящие, высотой $42,0 \pm 1,73$ см, слабо облиственные. Листья тройчатосложные, крупные, преимущественно стеблевые, короткочерешковые, с узкими прилистниками, наполовину сросшимися с черешком, жёсткие, с тёмными жилками, мохнатоопушённые, нередко сероватые. Листочки $4,9 \pm 0,07$ см длиной и $2,0 \pm 0,07$ см шириной, узкоэллиптические, заострённые, снизу густоопушённые с чётко выраженной средней жилкой, пальчатые или цельнокрайние. Соцветия – шаровидные одиночные сидячие головки, $2,0 \pm 0,07$ см длиной, окружённые верхушечными листьями. Венчик интенсивно лилово-розовый или пурпурно-красный. Плод – яйцевидный, плёнчатый, односемянный боб.

T. hybridum (к. гибридный) – стержнекорневой многолетник, высота которого $29,5 \pm 1,47$ см. Стебли полые, неопушенные, при основании приподнимающиеся. Листья – тройчатосложные, прикорневые на длинных, стеблевые на менее длинных черешках; длина и ширина листовой пластинки составляет $6,1 \pm 0,07$ см и $4,1 \pm 0,04$ см соответственно. Листочки $3,1 \pm 0,03$ см длиной и $2,0 \pm 0,02$ см шириной овальной формы. Соцветия – шаровидные розово-белые головки длиной $1,5 \pm 0,10$ см и шириной $1,9 \pm 0,05$ см. Венчик сначала белый, позднее розовый. Плод – многосемянной боб.

T. rubens (к. красный) – многолетнее растение высотой $55,1 \pm 0,72$ см. Корень стержнекорневой, проникающий на глубину до 2 м и более. Стебли прямостоячие, светло-зеленые или зеленые, часто окрашены внизу антоцианом. Листья тройчатосложные, в очертании яйцевидные. Нижние розеточные и стеблевые листья на длинных черешках. Верхние стеблевые листья сидячие. Длина и ширина листовых пластинок соответственно $11,2 \pm 0,17$ см и $6,3 \pm 0,14$ см. Листочки ланцетные $4,6 \pm 0,09$ см длиной и $0,09 \pm 0,02$ см шириной, по краю неравномерно зубчатые, снизу с сеткой жилок. Соцветие – головка округлой или округло-продолговатой формы длиной $8,1 \pm 0,26$ см и шириной $2,0 \pm 0,00$ см. Плод – односемянный боб.

T. pratense 'Skif II' (к. луговой 'Скиф 2') – многолетнее растение высотой $56,7 \pm 0,50$ см (кандидат в сорта селекции ГУ «ДБС») [1]. Стебли прямостоячие или приподнимающиеся. Листья тройчатосложные широкояйцевидной формы, длиной $8,1 \pm 0,14$ см и шириной $3,7 \pm 0,09$ см. Листочки по краям цельные, с нежными ресничками по краям $4,0 \pm 0,08$ см длиной и $2,2 \pm 0,05$ см шириной. Цветки красно-фиолетовые, собранные в шаровидно-удлиненные головки длиной $1,6 \pm 0,09$ см и шириной $2,1 \pm 0,06$ см. Имеет стержневой корень, глубоко идущий в почву (до 150 см), от которого отходит большое количество боковых ответвлений. Главный стебель в первый год жизни соцветий не образует. В засушливых условиях региона цветет во второй половине июня, семена созревают в августе [1]. Плод – односемянный боб.

Нами отмечено, что листья некоторых видов рода *Trifolium* подвержены такому тератологическому изменению, как полимеризация – увеличение числа листочков сложного листа до четырех (*T. alpestre*) и пяти (*T. pratense* 'Skif II'). О причине возникновения подобного тератологического изменения листовых пластинок *T. alpestre* и *T. pratense* 'Skif II' судить сложно и, возможно, подобное явление связано с особенностями межвидовой гибридизации, погодными условиями местопроизрастания объектов исследования (длительные засухи и/или перемена температуры в течение периода вегетации) или является ответной реакцией растительного организма на комплексное воздействие загрязнения окружающей среды (выбросы автомобильного транспорта и промышленных предприятий) [11].

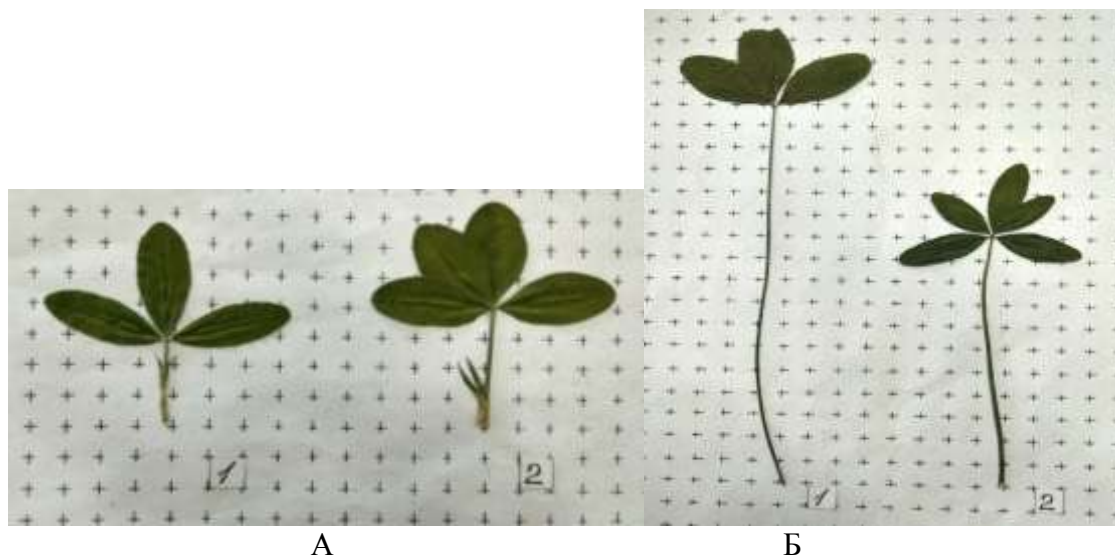


Рис. 1. Внешний вид листа *Trifolium alpestre* L. (А) и *T. pratense* L. 'Skif II' (Б): 1 – контроль, 2 – аномалия

К качеству и биологическим свойствам семян относят: абсолютный вес, всхожесть и энергию прорастания, а также продолжительность периода прорастания. Показатели качества семенного материала обуславливают способность к посеву, предоставляют возможность рассчитать участок, необходимый для посева, определить нормы высева и предусмотреть количество выращенных растений, что является необходимым для разработки рекомендаций по семенному размножению видов и сортов перспективных сидеральных культур рода *Trifolium*.

Абсолютный вес (масса 1000 семян) указывает на степень развития зародыша и количество питательных веществ, необходимых для развития. Абсолютный вес семян зависит не только от их размера, что обусловлено биологическими особенностями вида, но и от выполненности семян: в засушливые года формируется щуплое семя, а в достаточно влажные – выполненные. Исходя из полученных данных, изученные представители рода *Trifolium* отнесены к мелкосеменным травам, абсолютный вес которых составляет $0,9 \pm 0,02$ г (*T. alpestre*), $1,0 \pm 0,03$ г (*T. hybridum*), $1,25 \pm 0,01$ г (*T. pratense* 'Skif II') и $1,5 \pm 0,01$ г (*T. rubens*).

Основные требования к качеству семенного материала связаны со способностью формировать дружные всходы. В связи с этим, нами изучены особенности прорастания семян изученных сидеральных культур местной репродукции 2019 года сбора.

Энергия прорастания и всхожесть семян определена в условиях лаборатории при температуре 20°C, влажностью 60% и освещением 700-800 лк.

Период прорастания семян изученных образцов составил 2-3 суток. Более длительный период прорастания по отношению к изученным представителям отмечен у *T. alpestre* и составил 4 суток. Установленная лабораторная всхожесть семян не отличается высокими показателями и колеблется от 4,2% (*T. alpestre*) до 23,3% (*T. pratense* 'Skif II'). Низкую лабораторную всхожесть семенного материала изученных сидеральных культур рода *Trifolium*, по-видимому, можно объяснить отсутствием периода стратификации, необходимого для семенного размножения и нормального роста и развития сеянцев.

Бактерии рода *Azotobacter* являются представителями весьма ценной в экологическом и агрономическом смысле группы азотфиксирующих микроорганизмов, способных связывать в своих клетках молекулярный азот атмосферы [9]. Непосредственным продуктом реакции является аммоний, который затем

трансформируется в глутаминовую кислоту. В составе синтезированных бактериями связанный азот поступает в клетки корней растений и используется ими. В обмен растение снабжает азотфиксирующих бактерий, обильно населяющих их ризосферу, легкодоступными источниками энергии в виде сахаров, синтезирующихся в процессе фотосинтеза. Помимо улучшения азотного питания азотфиксирующие бактерии продуцируют широкий спектр биологически активных соединений, обладающих ростостимулирующими и фунгистатическими свойствами [9].

Для определения видов, оказывающие влияние на плодородие почв, нами установлено относительное содержание колоний рода *Azotobacter* в ризосфере растительных образцов исследования в условиях опыта и контроля. В соответствии с применяемой методикой [8, 9], чем больше процент обрастания почвенных комочков азотфиксирующими микроорганизмами, тем более плодородной считают почву.

Результаты эксперимента показали, что образовавшиеся скользкие колонии *Azotobacter* буро-коричневого налета, состоят из подвижных клеток палочковидной формы с капсулой. Существенное обилие (обрастание комочков почвы составляет 37,5–50,0%) азотобактера встречается на участке при культивировании *T. alpestre* и *T. pratense* 'Skif II'. На остальных участках присутствие азотфиксирующих микроорганизмов невелико и составляет 20,5% и 30,2% при культивировании соответственно *T. rubens* и *T. hybridum*.

Таким образом, в результате сравнительного изучения установлены морфологические особенности перспективных сидеральных культур. Отмечено, что *T. alpestre* и *T. pratense* L. 'Skif II' подвержены явлению полимеризации.

Исходя из данных относительно качеств и биологических свойств семян, изученные представители относятся к мелкосеменным травам, абсолютный вес которых колеблется от 0,9±0,02 г (*T. alpestre*) до 1,5±0,01 г (*T. rubens*) и низкой лабораторной всхожестью без периода стратификации (до 23,3%, *T. pratense* 'Skif II').

Существенное обилие колоний рода *Azotobacter* (до 50%) выявлено в ризосфере *T. alpestre* и *T. pratense* 'Skif II'. Отмеченные растительные объекты обладают достаточной азотфиксирующей способностью и почвоулучшающими свойствами, следовательно, данные образцы могут быть рекомендованы к широкому внедрению в практику восстановления и оптимизации деградированных земель.

Автор статьи выражает глубокую благодарность и признательность сотрудникам лаборатории интродукции культурных растений ГУ «Донецкий ботанический сад», куратору коллекции кормовых растений, старшему научному сотруднику, кандидату биологических наук Козуб-Птице Виктории Викторовне за предоставленную возможность использования растительных объектов для проведения наших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козуб-Птица В.В. Перспективные сидеральные культуры в коллекции кормовых растений Донецкого ботанического сада / В.В. Козуб-Птица, О.К. Кустова, А.З. Глухов, В.И. Джулай // Промышленная ботаника. – 2018. – Выпуск 18. – №2. – С. 51 – 56.
2. Кравцова Е.В., Сидераты как прием повышения плодородия почвы / Е.В. Кравцова, Л.В. Рудакова // Активная Честолюбивая Интеллектуальная Молодежь – Сельскому Хозяйству. – 2016. – №1. – С. 96 – 99.
3. Кшникаткина А.Н. Биологическая азотфиксация клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) в условиях Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, П.Г. Аленин, А.А. Галиуллин, С.А. Кшникаткин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 20, № 5(2). – 2018. – С. 226 – 233.

4. Довбан К. И. Зеленое удобрение. М. : Агропромиздат, 1990. – 208 с.
5. Лошаков В.Г. Экологические функции сидерации в современной земледелии / В.Г. Лошаков / Матер. Всероссийской научн.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства» (21-22 ноября 2017 г., Ульяновск). – Ульяновск, 2017. – С. 26 – 34.
6. Рекомендации по выращиванию перспективных сортов кормовых и лекарственных растений селекции Донецкого ботанического сада НАН Украины / И.В. Пашенко, А.З. Глухов, В.И. Джулай, О.М. Шевчук, Н.П. Купенко, В.С. Абальмасов. – Донецк, 2011. – 32 с.
7. Глухов А.З. Экологические и ботанические методики исследования растений: справочное пособие / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 189 с.
8. Почвоведение с основами геологии / С.А. Курбанов. – Санкт-Петербург. изд-во «Ланокс», 2012. – 288 с.
9. Терещенко Н.Н. Современные методы оценки микробиологических свойств и экологического статуса почвы: практикум / Н.Н. Терещенко, Е.Е. Акимова, О.М. Минаева. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2017. – 152 с.
10. Шевчук Н.А. Перспективные сидеральные культуры для нарушенных земель Донбасса / Н.А. Шевчук, В.В. Козуб-Птица, О.А. Гридько // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Том 2: Химико-биологические науки / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 291 – 294.
11. Глухов А.З. Промышленная ботаника. Учебное пособие для магистров направления подготовки 06.04.01 Биология / А.З. Глухов, О.А. Гридько, Л.В. Хархота. – Донецк, 2020. – 185 с.

BIOLOGICAL FEATURES AND SOIL-IMPROVING PROPERTIES OF SPECIES OF THE GENUS TRIFOLIUM L.

Annotation. The paper presents a comparative study of the biological characteristics of some representatives of the genus *Trifolium* L. The morphological characteristics of plants and the quality of seed material have been established; the species that contribute to an increase in atmospheric nitrogen in the soil according to the intensity of development of bacteria of the genus *Azotobacter* were identified.

Key words: soil fertility, green manure, morphological features, seed quality, nitrogen-fixing microorganisms.

Shevchuk N.A.

Scientific adviser: Hrydko O.A., Ph.D., associate professor

Donetsk National University

E-mail: shevchuk.nini@yandex.ua

Физико-технические науки

УДК 004.056

ЗАЩИТА ОТ USB МОДУЛЯ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ АТАК НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Донченко И. П.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., ст. препод.
ГОУ ВПО « Донецкий национальный университет»*

Аннотация: работа посвящена созданию аппаратно-программного модуля на основе печатных плат Arduino, который эксплуатирует уязвимость BadUSB, проанализированы уязвимости USB-устройств к атакам BadUSB и предложены методы защиты от такого рода атак.

Ключевые слова: BadUSB, уязвимости USB-устройств, Arduino Micro Pro, ESP-8266EX.

Введение. Интерфейс USB стал одним из самых распространённых сегодня, поскольку обеспечивает удобную и быструю передачу данных. Работой этого интерфейса управляет USB-хост, который обнаруживает подключение и отключение USB-устройств, управляет передачей данных, обеспечивает питанием подключённые устройства [1]. Однако производители не защищают USB-устройства от перепрошивки, а USB-хосты не проверяют их на подлинность. Класс хакерских атак, основанный на уязвимости USB-устройств, получил название BadUSB. Использование USB-устройства с модифицированной прошивкой очень опасно, т. к. эксплойт запускается в процессе инициализации устройства, а существующие антивирусные решения пока не могут сканировать служебную область памяти.

Записанный в прошивку устройства вредоносный код может, например, имитируя клавиатуру, произвести необходимые действия за пользователя на заражаемом компьютере. Или, имитируя сетевое устройство, изменить сетевые настройки таким образом, что пользователь будет просматривать интернет-сайты через подконтрольного злоумышленника промежуточные серверы. Кроме того, имитируя USB-флеш накопитель, вредоносный код может загрузить и запустить на компьютере с включенным автозапуском вирусную программу [2].

Постановка задачи. Необходимо проанализировать существующие уязвимости USB интерфейса и протокола; реализовать аппаратно-программный модуль для исследования возможности проведения подобных атак; проверить работоспособность созданного USB-устройства с модифицированной прошивкой путем проведения атак на компьютерах лаборатории технической защиты информации; разработать метод защиты от атак BadUSB, используя результаты исследования.

Разработка устройства. За основу был взят микроконтроллер Arduino Micro Pro, компактный аналог Arduino Leonardo, на базе микроконтроллера ATmega32U4 с тактовой частотой 16 МГц, памятью 32 кБ и 18 цифровых входов/выходов, из которых 5 ШИМ выходов и 9 аналоговых входов. Для программирования использовалась среда Arduino IDE [3]. Соединение с компьютером устанавливалось посредством виртуального

COM порта через аппаратный USB микроконтроллера ATmega32U4. Для удаленного управления устройством использовалась плата WeMos D1 mini с микроконтроллером ESP-8266EX и WiFi-модулем стандарта 802.11b/g/n. После прошивки платы были соединены в один модуль и помещены в корпус. Временное соединения плат после прошивки и размещение в корпусе представлены на рисунке 1.

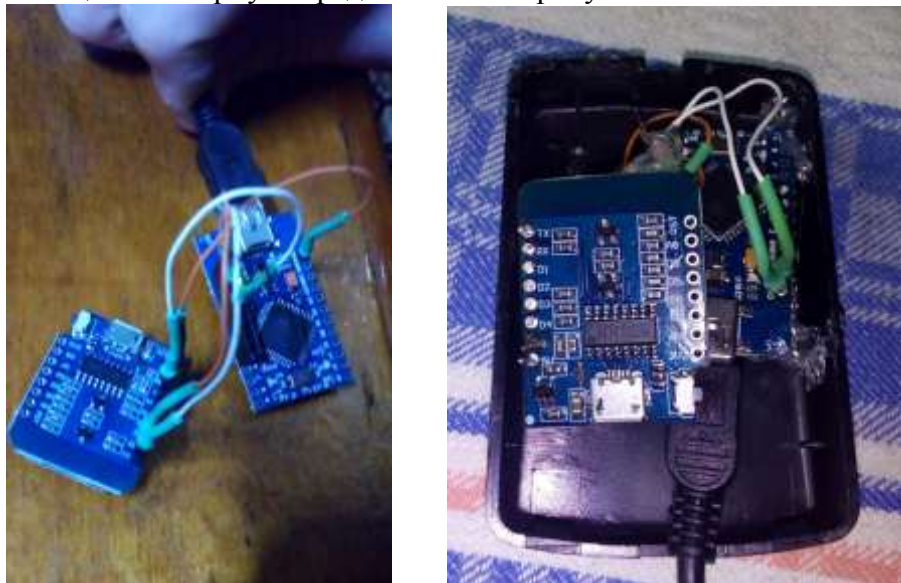


Рисунок 1 – Временное соединения плат для проверки и размещение в корпусе.

Внешний вид получившегося USB модуля для удаленных атак на пользователей представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид USB модуля для удаленных атак.

Порядок работы с модулем. После нахождения точки доступа Wifi рисунок нужно зайти в браузер и в строке прописать 192.168.4.1 (IP адрес устройства). При подключении увидим несколько вкладок: Scripts (записанные заранее скрипты для атак), Live Execute (сохранение команд) Settings (настройки). Подключенное BadUSB-устройство может выдать себя за клавиатуру и начать отдавать команды от имени пользователя, под которым был выполнен вход в ОС. Если был выполнен вход от имени администратора, устройство получает полный доступ ко всем возможностям ОС. Для осуществления атаки необходимо зайти в командную строку. На рисунке 3 показан результат открытия

командной строки на компьютере «жертвы». Чтобы пользователь не заметил атаки, окно командной строки можно сразу свернуть, дав серию команд. В этом случае окно появится на доли секунды, как это часто бывает при запуске валидных программ на ПК.



Рисунок 3 – Удаленное открытие командной строки у пользователя

Проведение атак для тестирования модуля. Для проверки работоспособности модуля в лабораторных условиях были проведены следующие атаки: открытие заданной страницы через браузер, просмотр содержимого папок и виртуальных дисков на компьютере «жертвы», снимок экрана с отправкой на машину атакующего или в облачное хранилище, удаление выбранного файла, выключение компьютера «жертвы», скачивание и запуск «зловредного» файла, имитирующего вирус, который открывал более 500 окон и включал неприятный звуковой сигнал. Для каждой из этих атак был разработан соответствующий скрипт. Атака, имитирующая удаленный запуск «вирусного» файла была наиболее эффективной (рисунок 4).

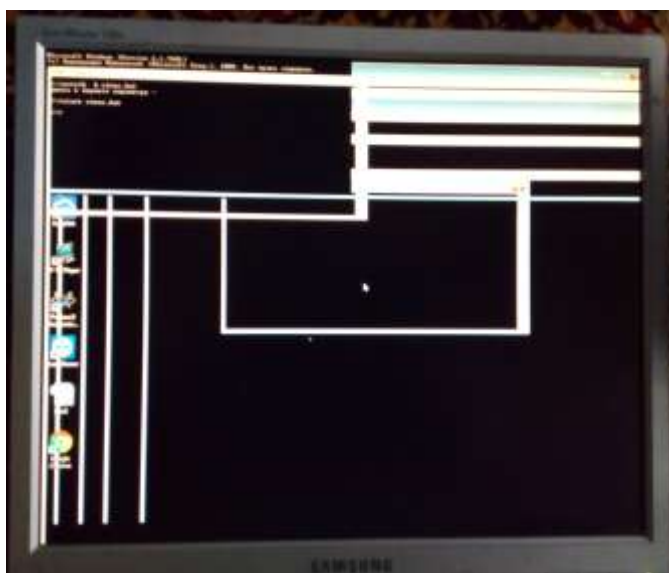


Рисунок 4 Результат работы «зловредного» кода на компьютере пользователя

Было доказано, что с помощью разработанного модуля можно производить скачивание любого, в том числе и зловредного файла из облачной сети и запуск его на компьютере жертвы. При этом антивирус не препятствует такому действию, так как операция производится штатными средствами операционной системы и выполняется якобы легитимным пользователем. Антивирус детектирует только скачивание явного вирусного файла. У пользователя открывается консоль и происходит запуск кода.

Пользователь не может прервать процесс, так как все происходит быстро. Мышь работает, передвигается, но на нажатия не реагирует. Если у пользователя присутствуют колонки, то он услышит звуковой сигнал. Через 30 сек у пользователя будет такой экран, как показано на рисунке 4.

Защита от атак BadUSB. В литературе описано 8 способов, с помощью которых можно ограничить или запретить подключение по USB [2]:

1. Антивирусная защита
2. Отключение USB через настройки БИОС
3. Изменение параметров реестра для USB-устройств
4. Отключение USB портов в диспетчере устройств
5. Деинсталляция драйверов контроллера USB
6. Использование дополнительных программ
7. Физическое отключение USB портов
8. Комплексная система защиты Kaspersky Security 10
9. Установка пароля администратора и понижение привилегий пользователей

Однако ни один антивирус не отреагировал на устройство. Все были уверены, что это действие обычного пользователя. Даже не запросил пароль при запуске самого вируса.

Отключение USB портов через настройки BIOS - полностью рабочий метод, но устройства ввода, такие как клавиатура и мышь не работают. Пользователю не с чем будет работать. Или же использовать устройства с разъемом PS/2, который использует 6- контактный разъем mini-DIN.

Изменение параметров реестра для USB-устройств позволяет закрыть доступ для различных USB-накопителей (например, флеш-накопителей), но другие устройства, такие как клавиатуры, мыши, принтеры, сканеры все равно будут работать. Также данный способ работает только при установленном драйвере USB контроллера. Если по соображениям безопасности драйвер не был установлен, то, когда пользователь подключит накопитель USB операционная система может сама установить драйвер.

Отключение USB портов в диспетчере устройств не всегда работает, что показали эксперименты. Как вариант для отключения портов можно просто деинсталлировать драйвер USB контроллера. Но недостатком этого способа является то, что при подключении пользователем USB-накопителя, Windows будет проверять наличие драйверов и при их отсутствии предложит установить драйвер. Это в свою очередь откроет доступ к USB-устройству. А также при удалении драйверов устройств, таких как клавиатуры и мыши, драйвер автоматически установится.

Существует много программ для установки запрета доступа к USB портам. Не все они были протестированы, но, например, программа Network Administrator, не давала заявленной защиты от USB устройства для удаленных атак на пользователя. Компьютер все равно устанавливал драйвер устройства и не препятствовал его работе. Программа USB Disk Security, которая переназначена для защиты непосредственно от вирусов на носителях, имеет функцию защиты портов USB от копирования и защиты от подключения USB устройств. Однако после включения этой функции модуль продолжал работать стабильно, таким образом данные программы не смогли защитить ПК пользователя от BadUsb.

Хотя физическое отключение USB портов на материнской плате является практически невыполнимой задачей, можно отключить порты, находящиеся на передней или верхней части корпуса компьютера, отсоединив кабель, идущий к материнской плате. Этот способ полностью не закрывает доступ к USB портам, но уменьшит

вероятность использования накопителей неопытными пользователями и теми, кто просто поленится подключать устройства к задней части системного блока.

В ходе экспериментов была рассмотрена комплексная защита Kaspersky Security 10. Однако, соответствующей настройки защиты, хотя драйвер USB-устройства не установился, но оно все равно работало без нареканий. На рисунке 5 можно увидеть, что драйвер не установлен, а устройство отображается в диспетчере задач.

После установки пароля администратора у пользователя не устанавливался драйвер, но работу устройство выполняло в обычном режиме без каких-либо ошибок. Изменения произошли только при установке программ. У пользователя высвечивалось окно ввода пароля Администратора. При запуске вируса никаких ограничений не было. Просмотр содержимого папок, удаление файла и открытие web-ресурсов тоже было доступно.

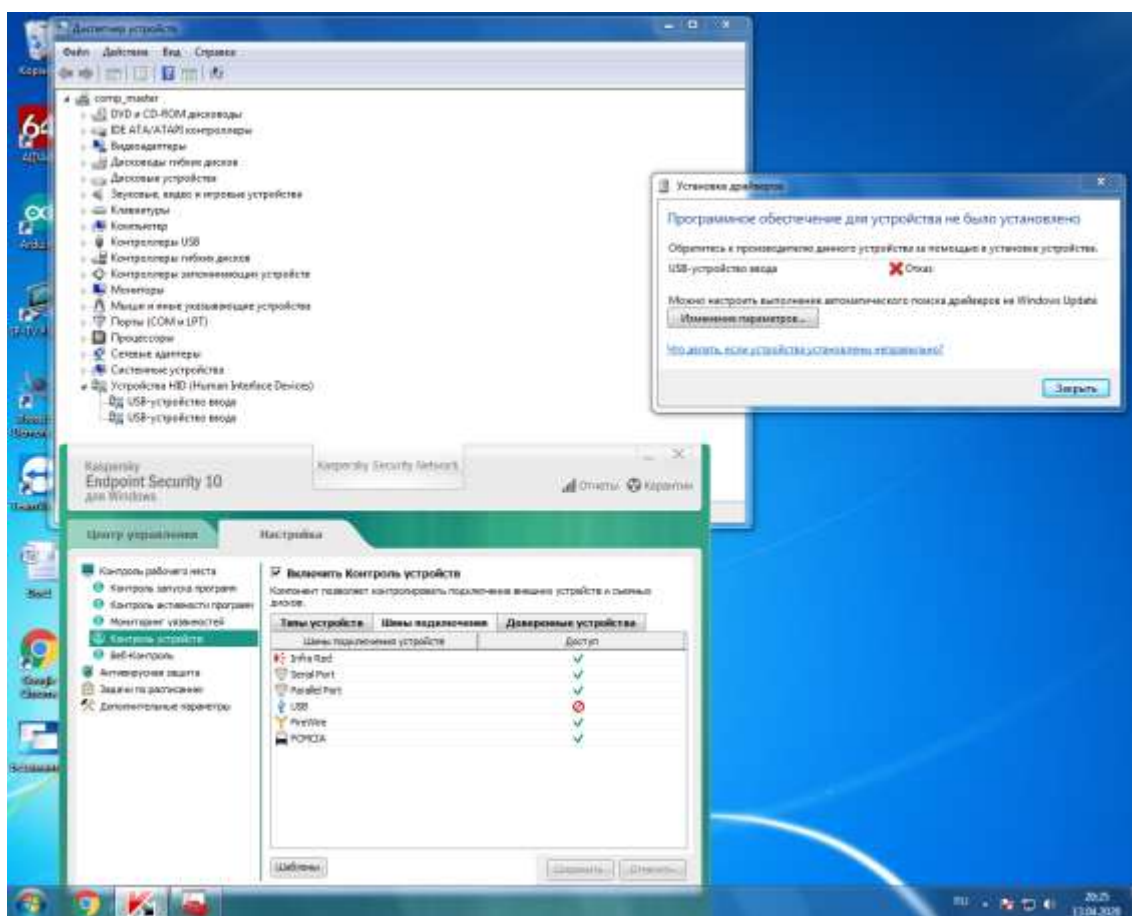


Рисунок 5. После включения комплексной защиты Kaspersky Security 10 драйвер не устанавливался, но модуль продолжал работать и отображаться в диспетчере устройств.

В качестве защиты от атак BadUSB автором предложен следующий метод:

1. Создать белый список устройств, которым будет разрешен доступ.
2. Системный администратор должен физически отключить порты USB, а также ограничить количество устройств, подключаемых к компьютеру.
3. Сотрудникам компании, имеющим доступ к важной информации выдать личные флеш-карты модели, которых не подвержены перепрограммированию и вести административную ответственность за нарушение политики безопасности.

4. Установить пароль, который ограничит установку программ, а также ограничит доступ к файлам, которые не нужны для работы пользователя. Доступ к ним обеспечить по согласованию с системным администратором.

Выводы. В ходе выполнения данной работы был изготовлен макет USB модуля для удаленных атак, имитирующий клавиатуру пользователя. После проведенных экспериментов можно сказать, что это довольно опасное устройство размером со спичечный коробок, причем его создание не требует больших материальных вложений. Аналогично можно перепрошить микроконтроллер штатного USB устройства или подменить легитимное устройство зловредным. Однако, не все микроконтроллеры, например, для флеш-накопителей уязвимы к атакам BadUSB, выявленные уязвимые контроллеры для USB-носителей:

1. ALCOR AU698X.
2. SMI SM325X/SM326X.
3. Skymedi SK62XX SK66XX.
4. Solid State System SSS6677, SSS6690 and SSS6691.
5. Innostor IS903-A2, IS903-A3.

Не только флэш-накопители, но и любое USB -устройство подвержено угрозе BadUSB, начиная от клавиатуры, заканчивая смартфонами с установленной ОС Android.

Результаты тестирования макета показали, что дистанционное управление добавляет устройству универсальности по сравнению с локальными устройствами класса BadUSB. С ним можно делать на удаленном компьютере что угодно, словно ты сам сидишь за его клавиатурой. В качестве защиты от атак BadUSB автором предложен метод, который позволяет предотвращать атаки BadUSB на предприятии.

Разработана лабораторная работа для внедрения в лабораторный практикум по курсу «Техническая защита информации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильков, А. М. BadUSB – как новая атака реализована в разных устройствах/А. М. Васильков – Легендарный журнал о современных технологиях, – 2017. –№13, –С. 10- 23.
2. Андриевская, Н. П. Проблемы Безопасности USB-накопителей. / П. Н. Андриевская – Статья в сборнике трудов конференции, – Кемерово: Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, – 2019. –С. 38-40.
3. Выдрин, Д.А. Платформа Ардуино: преимущества/ Д. А. Выдрин, В. А. Махнева, –Уфа: Уфинский государственный университет, – 2017. – С. 3-10.

PROTECTION FOR REMOTE USB ATTACKS ON USERS

Annotation: The work is devoted to the hardware and software module based on Arduino printed circuit boards develop, the device exploits the BadUSB vulnerability, the vulnerabilities of USB devices to BadUSB attacks are analyzed, and methods of protection against such attacks are proposed.

Keywords: BadUSB, USB vulnerabilities, Arduino Micro Pro, ESP-8266EX.

Donchenko Ihor

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer, Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies of Donetsk National University.
Email: d0n4ek@yandex.ru

УДК 504.4-502.3

СНИЖЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Зайцев Е.И.

*Научные руководители: Симоненко А.П., д.т.н., профессор,
Золотарева И.А., аспирантка,
ГОУ ВПО Донецкий национальный университет*

Аннотация. В настоящей работе приведен обзор работ, посвященных снижению гидродинамического сопротивления трения (ГСТ) с использованием различных способов воздействия на поток жидкостей в магистральных трубопроводах. Приведенные способы могут быть использованы для создания высокоэффективных технологий и технических средств для решения проблем экологической безопасности и энергосбережения при эксплуатации различных гидравлических систем.

Ключевые слова: снижение гидравлических потерь, напорные трубопроводы, модификация параметров стенок, физическое влияние на поток, изменение свойств жидкости.

Состояние проблемы. Наводнения, которые происходят практически на всех континентах нашей планеты, вызывают техногенные катастрофы в результате которых погибает большое количество людей, наносится значительный материальный ущерб, существенно загрязняется окружающая среда.

Обзор научных публикаций и патентов на изобретения, посвященных решению этой проблемы показывает, что на сегодняшний день существует большое количество различных способов снижения гидродинамического сопротивления (гидравлических потерь) в напорных трубопроводах различного назначения. К большому сожалению имеющиеся публикации носят отрывочный характер, а в ряде случаев противоречивы.

В связи с вышеизложенным, возникла необходимость систематизации известных способов повышения экологической безопасности и энергосбережения гидравлических систем за счет снижения в магистральных трубопроводах гидродинамического сопротивления трения.

Цель работы – установление и систематизация возможных способов снижения гидравлических потерь в напорных трубопроводах, использование которых повысит экологическую безопасность и энергосбережение при эксплуатации гидравлических систем различного назначения.

Возможные способы снижения гидродинамического сопротивления

К возможным способам снижения гидродинамического сопротивления следует отнести: модификацию параметров внутренних стенок труб (уменьшение шероховатости и ослабление смачиваемости обтекаемой поверхности, уменьшение смоченного периметра и профилирование внутренних поверхностей, создание искусственной шероховатости и продольной кривизны стенок трубопроводов, использование податливых покрытий, подвижных стенок и изменение их температуры); физическое влияние на поток жидкости (направляющие подвижные и неподвижные поверхности, разделение транспортируемых сложных сред, управление пульсацией потока и пограничным слоем, утолщение вязкого подслоя, отсос и сдув пограничного слоя, ионный ветер); изменение свойств жидкости (создание дисперсных систем, золь и эмульсий, ослабление межмолекулярного взаимодействия и расщепление молекул высоковязких жидкостей; введение в потоки жидкостей гидродинамически активных добавок) [1-4].

Ниже подробно рассмотрены известные на сегодняшний день способы снижения ГСТ, которые независимо и в сочетании с гидродинамически-активными добавками могут быть использованы для создания высокоэффективных технологий и технических средств для решения проблем экологической безопасности и энергосбережения.

Модификация параметров стенок.

Уменьшение шероховатости внутренних поверхностей стенок труб достигается их шлифованием или же нанесением специальных покрытий.

Ослабление смачиваемости поверхностей реализуют нанесением на них покрытий, которые увеличивают угол смачивания и уменьшают сцепление жидкости с твердой поверхностью. В последние годы интенсивно исследуются сверхводонепроницаемые поверхности.

Уменьшения смоченного периметра при трубопроводном транспорте жидкостей достигают сокращением площади их контакта со стенками труб.

Газ над напорным потоком жидкости. В трубопровод, который транспортирует жидкость, вводят газ и обеспечивают условия расслоенного течения обеих сред. Увеличение расхода жидкости по этому способу достигает 20-30 %

Водная подстилка. Более легкую высоковязкую жидкость, например нефть, перемещают в трубопроводе по слою воды.

Профилирование внутренних поверхностей трубопроводов.

Оребрение обтекаемых поверхностей эффективно при турбулентных потоках. Самые распространенные продольные ребра или канавки (риблеты) треугольного разреза. Они подавляют вертикальные турбулентные пульсации и поперечные течения, снижая турбулентное трение (ТТ) на 8-16 %, а при Т-образных ребрах возможно пятикратное снижение ГСТ. Поперечные ребра в трубе способствуют росту интенсивности пульсаций скорости, а продольные уменьшают их. Поэтому поперечные ребра целесообразно применять для усиления теплообмена между потоком и стенкой.

Искусственная шероховатость поверхностей. Ее образуют выбором углублений (d-тип), или наложением проволочных сеток (k-тип). В углублениях возникают стойкие вихревые образования, которые снижают частоту выбросов с уменьшенной скоростью в пристенной области турбулентного пограничного слоя. Эта тенденция усиливается с ростом числа Рейнольдса. К-тип шероховатость увеличивает вертикальные пульсационные скорости, не изменяя профиль горизонтальной пульсационной скорости. Разрушаются структуры с масштабами, которые соизмеримы с размером элемента шероховатости. Углубления, которые демпфируют вихревые образования, уменьшают коэффициент сопротивления трения турбулентного потока до 35 %.

Продольная кривизна стенок трубопроводов. Существенно снижается ГСТ в трубах периодического профиля с поочередными длинными диффузорными и короткими конфузорными участками.

Податливые поверхности. *Активные* – это такие поверхности, которые с помощью привода генерируют колебания с заданными характеристиками. *Пассивные:* пассивные резонансные, которые колеблются при совпадении частот турбулентных пульсаций потока с одной из собственных частот стенки; *истинно податливые* поверхности осуществляют колебание под действием всего диапазона пульсаций давления.

Активные податливые поверхности с радиальным колеблющимся перемещением бывают локальными, к примеру, на вогнутой стенке в колене трубопровода, или являются отрезком трубопровода с радиальным и осевым колебаниями стенок. Прикладывая к трубопроводу с упругими стенками перемещаемое внешнее оттягивающее усилие, приводят их в радиальное колеблющееся движение в виде волны,

которая бежит вдоль трубопровода, или же организуют стационарные волны, за счет чего достигают увеличения расхода. Значительно снижает гидравлическое сопротивление трения волновое движение стенок поперек потока [3,4].

Однако установлено, что податливые поверхности стареют во времени и постепенно теряют свою эффективность.

Подвижные стенки. *Активные стенки*, которые движутся с помощью привода. С целью разрушения структурированных дисперсных систем отдельные участки трубопровода перемещают возвратно-поступательно вдоль потока, или же их вращают вокруг продольной оси. Движение стенки поперек потока уменьшает силу сопротивления трения на 35 %.

Пассивные стенки, двигаясь под действием потока, например, вращаясь, предотвращают выпадение осадков из транспортируемых сред.

Изменение температуры стенок. *Нагревание* целесообразно при течениях жидкостей, поскольку вязкость последних уменьшается с ростом температуры. С целью устранения потерь тепла трубопровод изготавливают с двойными стенками.

Охлаждение стенок при течениях газов обеспечивает уменьшение их вязкости. Возможно искусственное и естественное охлаждение стенок трубопроводов.

Комбинированное влияние совмещает разные действия, направленные на изменение параметров стенок. Возможно совместное физическое действие, на стенку и на поток, а в последний, при этом, вводят еще и добавки гидродинамически-активных высокомолекулярных соединений и поверхностно-активных веществ или создают между сверх водонепроницаемой поверхностью и потоком жидкости прослойку из тонкой воздушной пленки.

Физические влияния на поток жидкостей

Направляющие поверхности в потоке применяются для формирования необходимого профиля скоростей и классифицируются на подвижные и неподвижные.

Подвижные направляющие поверхности. Активные поверхности приводятся в движение приводами. Пассивные подвижные направляющие поверхности колеблются или вращаются вокруг своей оси под давлением потока, трансформируя профиль его скоростей к необходимой форме.

Неподвижные направляющие поверхности локального действия, такие как, перемещаемые сетки и решетки применяют с целью управления интенсивностью турбулентности или же для выравнивания потоков перед расходомерами и энергетическими установками.

Неподвижными направляющими поверхностями уменьшают потери напора в коленах и внезапных расширениях труб.

Распределение сложных сред.

Потоки газожидкостных смесей выделяют газ, который собирается в верхней части трубопровода и движется быстрее чем жидкость, образуя на ее поверхности сначала гладкие, а в последствии шквальные волны. На это тратится значительная часть энергии потока. В смесях с преобладанием газа возникают пробковые течения, резко снижая пропускную способность трубопровода.

Появление шквальных волн предотвращают разграничением фаз эластичной газопроницаемой диафрагмой, которая закрепляется вдоль трубопровода. Пробковое течение устраняют закручиванием среды спиральными элементами для разделения на центральный газовый и периферийный жидкостный потоки.

Потоки эмульсий. В естественных водонефтяных эмульсиях, образованных из мицелл "вода в нефти", со стенками труб контактируют вязкие молекулы нефти. Снижают ГСТ предотвращением образования эмульсии «вода в нефти», а частично обезвоженную

нефть и отделенную воду перекачивают отдельно. Пропорционально суммарной длине сформированных водяных пробок уменьшаются потери энергии.

Управление пульсациями потока. При пульсационном течении полимерных растворов, например водного раствора полиакриламида ПАА, который является нелинейной вязкоупругой жидкостью с вязкостью, которая зависит от частоты, расход увеличивается, пропорционально квадрату амплитуды пульсации. Однако анализ показывает, что энергетически невыгодно добиваться увеличения расхода жидкости созданием пульсаций давления.

Гашение пульсаций целесообразно применять в однородных жидкостях.

Усиление пульсаций эффективно для дисперсных сред. Гармонично изменяя напряжение в упруговязкой инерционной среде, получают, в зависимости от соотношения частотных и релаксационных характеристик, необходимые реологические свойства суспензии. Волны пульсационных напряжений способствуют перенесению потоком частиц большого размера. В ряде случаев создают продольные волновые колебания в гидросмеси пульсационной ее подачей в трубопровод.

Пристенный маловязкий слой (ПМС). Размещение между стенкой трубы и потоком вязкой жидкости слоя маловязкой среды заметно снижает ГСТ, поскольку поток скользит по слою со сниженной вязкостью. Образуют ПМС в пристенной области потока такими способами: а) введением менее вязкой жидкости; б) аэрированием ПМС микропузырьками; в) нагреванием; г) охлаждением.

Например, охлажденная до температуры $T < 20^\circ\text{C}$ нефть загустевает, выделяя воду, которая служит «маслом». Вдвое уменьшается сопротивление в турбулентном потоке заполнением турбулизированной зоны (ядра потока) вязкой жидкостью, а "вязкого подслоя" – жидкостью с меньшей вязкостью.

Управление пограничным слоем (ПС). Влияние вязкости при больших числах Рейнольдса дает о себе знать только в ПС, который непосредственно прилегает к стенке. Толщина ПС очень мала и обратно пропорциональна корню квадратному из числа Рейнольдса. Внутренняя часть турбулентного ПС, глубина которой равна или меньше одной пятой части общей его толщины, полностью формируется стенкой и не испытывает влияния окружающих факторов. Внутренний турбулентный подслой формирует структуру турбулентного ПС потока. Управление ПС с целью снижения ГСТ по своей сути сводится к уменьшению части сугубо турбулентной структуры в потоке, который омывает стенку.

Утолщение вязкого подслоя. Значение местного напряжения трения обратно пропорциональное квадрату толщины вязкого подслоя:

$$\tau = \alpha \rho v^2 / \delta^2 \sim 1 / \delta^2.$$

То же, имеет место для гидравлического коэффициента трения при установившемся движении в трубе: $\lambda \sim 1 / \delta^2$. Незначительное утолщение вязкого подслоя вызывает существенное снижение ГСТ. Вязкий подслой эффективно утолщается введением в поток гидродинамически-активных добавок.

Отсасывание ПС через пористые стенки трубы устраняет его отрыв от последних, ослабляя пристенные касательные напряжения, и реламинизируя турбулентный ПС. Отсасывают ПС насосами или же используют перепад давления, который образуется вдоль поверхности с уступом при ее обтекании жидкостью.

Сдув ПС предотвращает его отрыв от обтекаемой поверхности.

Вдув под ПС, задерживает турбулентный переход и предотвращает отрыв ламинарного ПС за местными возмущениями потока, в частности, при разрыве контура обтекаемой поверхности. Благодаря перепаду давления жидкость отсасывается из ПС на пороге уступа и перетекает на участок поверхности после уступа, где вдувается под

ламинарный слой, который отрывается от стенки.

Высокоскоростное обтекание выпуклой стенки колена потока сопровождается кавитационным разрушением поверхности. Отводят его подачей в образованную отрывом полость небольшого количества газа.

Наступление турбулентного отрыва в диффузоре задерживают, периодически вдувая и отсасывая жидкость сквозь щель. Вдувом или отсасыванием снижают сопротивление трения в трубе на 10 %. Изменением скорости тангенциального или радиального вдува или отсасывания снижают ТТ в трубе на 13-23 %. Иногда жидкость впрыскивают в поток через одну стенку канала, а через вторую – отсасывают. Резкое снижение ТТ вызывает, вдув и горение газа в турбулентном ПС. Большое количество струй, сформированных около стенки, утолщают турбулентный ПС в 5-6 раз.

Ионный ветер используют для СГСТ при внешнем обтекании тел, а также для управления потоком жидкости в трубопроводах малого диаметра.

Управление свойствами транспортируемых жидкостей.

Образование дисперсных систем. На нефтяных промыслах имеют место случаи совместной отдачи подземным пластом нефти, газа и воды, или двух из них. В трубопроводе потоки двухфазных сред расслаиваются, порождая волны и пробковые течения. Движение обводнённой нефти усложняется налипанием слоями ее молекул на стенках. Как следствие этому резко возрастают транспортные затраты энергии. Одним из направлений предотвращения нежелательных явлений является образование из перемещаемых смесей дисперсных систем: зелей; эмульсий; суспензий, и др.

Золи. Перекачивание сухого природного газа оптимизируют формированием аэрозоля, вводя в поток жидкую фазу.

Эмульсии. Транспортировку вязких углеводородов улучшают образованием эмульсий типа «масло в воде», которые содержат до 80 % воды с эмульгатором. Реологические свойства водонефтяных эмульсий «вода в масле» улучшают введением в них водного раствора полиакриламида (ПАА)-концентрацией $5 \cdot 10^{-4}$ кг/кг. Некоторые поверхностно-активные вещества (ПАВ) снижают ГСТ лишь тогда, когда их водно-солевые растворы являются эмульсиями.

Суспензии целесообразно образовывать при гидротранспорте твердых сыпучих материалов. Стойкость двухфазных систем в потоке усиливают пульсационной транспортировкой или дросселированием потока.

Суспензии, которые обладают снижением ГСТ, образуют из глинистых минералов, естественных и искусственных волокон.

Дискретные тела в потоке. Такие тела готовят в виде твердых слитков преимущественно из высокопарафинистых нефтей и вводят в поток жидкой фазы. Транспортируют при температуре, ниже той, при которой они растапливаются.

Половина из свыше двух сотен обнаруженных и проанализированных изобретений по снижению ГСТ приходится на управление свойствами жидкостей, включая введение в поток гидродинамически-активных добавок, что свидетельствует об особой актуальности этого направления [1,2].

Выводы.

1. Анализ работ по снижению гидродинамического сопротивления трения жидкостей в напорных трубопроводах показал, что на сегодняшний день можно выделить три направления повышающие эффективность работы магистральных трубопроводов – модификацию поверхностей их внутренних стенок, физическое влияние на поток и изменение свойств перекачиваемых жидкостей.

2. Способ снижения гидравлических потерь за счет изменения параметров внутренней поверхности стенок может быть реализованным только при строительстве

новых трубопроводов. Податливые поверхности и движущиеся стенки труб применимы только на коротких участках трубопроводов, что исключает их применение на магистралях.

3. Из всех известных способов снижения гидродинамического сопротивления заслуживает внимания способ, в основе которого лежит управление свойствами перекачиваемых жидких сред. Преимуществами этого способа являются: возможность реализации на каком угодно этапе эксплуатации трубопроводов; длительное, периодическое или кратковременное использование; отсутствие необходимости внесения существенных конструктивных изменений в действующие трубопроводы; технический эффект их действия распространяется на большие расстояния вдоль по потоку.

4. Большинство выявленных научных публикаций и патентов на изобретения по снижению гидродинамического сопротивления трения приходится на управление свойствами жидкостей за счет введения в поток гидродинамически активных добавок – высокомолекулярных полимеров, мицеллообразующих поверхностно-активных веществ и композиций на их основе, что свидетельствует об особой актуальности этого направления [1,2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симоненко А.П. Гидродинамически-активные композиции на основе полимеров и поверхностно-активных веществ для решения проблем экологической безопасности и энергосбережения: дисс... д-ра техн. наук 21.06.01 / Симоненко Александр Петрович – Донецк. -2012. – 397 с.
2. Гидродинамически-активные композиции в энергосбережении и экологии / А.Б. Ступин, А.П. Симоненко, П.В. Асланов. – Донецк: Дон ГУ, 1999. – 240 с.
3. Чернюк В. В. Способы понижения турбулентного тертя в трубопроводах / В. В. Чернюк // Вестн. Нац. техн. ун-та Украины "Киев. политехн. ин-т". Машиностроение. Выпуск 35. – Киев: НТУУ КПИ. – 1999. – С. 20-25.
4. Корнилов В. И. Проблемы снижения турбулентного трения активными и пассивными методами (обзор) / В. И. Корнилов // Теплофизика и аэромеханика. – 2005. – Т. 12, № 2. – С. 183-208.

REDUCTION OF HYDRAULIC LOSSES DURING THE FLOW OF LIQUIDS IN PRESSURE PIPELINES

Annotation. This paper provides an overview of the works devoted to the reduction of hydrodynamic friction resistance (GST) using various methods of influencing the flow of liquids in main pipelines. These methods can be used to create highly efficient technologies and technical means to solve the problems of environmental safety and energy saving in the operation of various hydraulic systems.

Keywords: reduction of hydraulic losses, pressure pipelines, modification of wall parameters, physical influence on the flow, changes in the properties of the liquid.

Zaitsev E. V.

Scientific supervisors: Simonenko A. P., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Zolotareva I. A., postgraduate student.

E-mail: a.simonenko@donnu.ru,

УДК 532.542.4:502.36

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТОКСИКАНТОВ В ЛИТОСФЕРЕ

Зайцева Е.В.

*Научные руководители: Симоненко А.П., д.т.н., профессор,
Золотарева И.А., аспирант
ГОУ ВПО Донецкий национальный университет*

Аннотация. В настоящей работе обоснован выбор гидродинамически-активных полимерных композиций на основе высокомолекулярных полиэтиленоксида (ПЭО), полиакриламида (ПАА) и генераторов приготовления из них водных растворов для последующего использования в технологиях полимерной локализации токсикантов в литосфере.

Ключевые слова: токсиканты, литосфера, гидродинамически-активные композиции, полимерная локализация.

Состояние проблемы. Аварии на химических, нефтеперерабатывающих предприятиях, на магистральных трубопроводах подачи нефти и нефтепродуктов, а также образующиеся фильтрационные воды мусорных полигонов – это далеко не полный перечень причин загрязнения литосферы токсикантами. Масштабы загрязнения окружающей среды (ОС) во многом зависят от эффективности выбранного способа локализации. При этом следует отметить, что движение экотоксикантов определяется гидрологическим движением загрязненной воды в литосфере.

Анализ научных публикаций и патентов на изобретения по существующим способам локализации загрязненных участков показал, что они не соответствуют современным экологическим требованиям, т.к. их реализация связана с разрушением педосферы, требуют больших капитальных и трудовых затрат, имеют главный недостаток – длительное время реализации. Существующие на сегодняшний день способы, в основном, связаны с укладкой в землю гидроизоляции, нагнетания цементирующих растворов и жидкого азота в пласт [1-5].

Из известных наиболее эффективным является способ, в основу которого положено разрезание грунта на щели с заполнением последних глиняными, гипсовыми растворами или асфальтобитумной эмульсией. Этот способ позволяет создавать подземные водонепроницаемые экраны на глубину до 10 м, но для его реализации требуется специальное оборудование [6].

Классификация грунтов. Классификацию грунтов принято проводить в соответствие с таблицей Б.7 ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация», в зависимости от коэффициента фильтрации K_f , м/сут. по водопроницаемости. При этом различают следующие разновидности грунтов: водонепроницаемый $-K_f \leq 0,005$, слабоводопроницаемый $- 0,005 < K_f \leq 0,3$, водопроницаемый $- 0,3 < K_f \leq 3$, сильноводопроницаемый $- 3 < K_f \leq 30$, очень сильноводопроницаемый $K_f > 30$.

Согласно «Справочнику проектировщика промышленных, жилых, общественных зданий и сооружений» опубликованному под редакцией М.И.Горбунова величина ориентировочных коэффициентов фильтрации K_f , м/сут. для различных грунтов составляют: глины нетрещиноватые $< 8,64 \cdot 10^{-5}$; суглинки, тяжелые супеси – от $8,64 \cdot 10^{-4}$ до $8,64 \cdot 10^{-4}$; супеси, трещиноватые грунты – от $8,64 \cdot 10^{-2}$ до $8,64 \cdot 10^{-4}$,

пылеватые и мелкозернистые пески – от 0,864 до $8,64 \cdot 10^{-2}$; среднезернистые пески – от 86,4 до 0,864; крупнозернистые пески, галечники – от 8,64 до 86,4.

Моделирование течений жидкости через пористую среду. Согласно основным понятиям и положениям подземной гидромеханики принято считать, что чрезвычайно малые размеры поровых каналов грунта (единицы и десятки микрометров), их неправильная форма, большая поверхность шероховатых стенок – все это создает огромные сопротивления движению через них жидкости и газа.

В связи с тем, что поровые каналы имеют неправильную форму и самые разнообразные размеры, невозможно исследовать движение частиц жидкости по всему множеству каналов. Поэтому с самого начала изучения процессов фильтрации пошли по пути построения упрощенных моделей реальной пористой среды, называемых идеальными или фиктивными грунтами. При этом под идеальным грунтом понимается такая модель пористой среды, поровые каналы которой представляют собой пучок тонких цилиндрических трубок (капилляров) с параллельными осями. Фиктивным грунтом называется модель пористой среды, состоящая из шаров одинакового диаметра.

Согласно принятым выше положениям, при выборе физико-химических свойств однородных растворов (вид полимера, его молекулярная масса и концентрация в растворе) для полимерной локализации токсикантов в литосфере, предлагается измерять их вязкость в капиллярном вискозиметре (моделирование идеального грунта), а также исследовать течения полимерных растворов через короткий капилляр и в каналах с переменным сечением (моделирование фиктивного грунта), которые с большей точностью моделируют протекание жидкостей через пористые среды.

Принципиальные схемы установок для измерения параметров течения исследуемых жидкостей через короткий капилляр и в каналах с переменным сечением приведены на рис. 1 и рис. 2, соответственно.

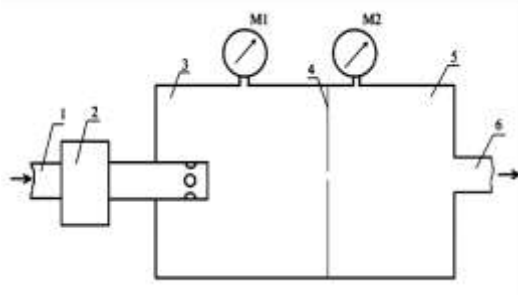


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для реализации течения через короткий капилляр:

1- патрубок подачи исследуемого раствора в рабочую камеру 3; 2 — индукционный расходомер; 3 – рабочая камера 1; 4- короткий капилляр; 5- рабочая камера 2; 6- патрубок отвода отработанного раствора, M1 и M2 –образцовые манометры

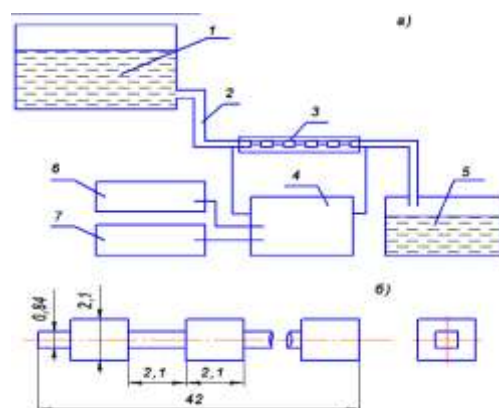


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки с каналом переменного сечения.
 (а) 1-бак для исследуемой жидкости, 2 – подводная трубка, 3- канал переменного сечения, 4 – дифманометр, 5– сосуд для слива жидкости, 6- частотомер электронносчётный ЧЗ-49, 7- источник постоянного тока.
 (б) Общий вид и геометрические размеры канала переменного сечения

Вязкость растворов высокомолекулярных полимеров. Зависимость вязкости растворов полимеров от концентрации приведена на рис. 3. Из рисунка видно, что кривую зависимости можно разделить на три участка: «а», «б» и «в». При этом следует отметить, что для каждого последующего участка (области) характерна более сильная зависимость вязкости от концентрации.

Область «а» соответствует разбавленным растворам полимеров. Такие растворы ведут себя как ньютоновские жидкости, поэтому их физическое состояние характеризуется как вязконьютоновское.

Область «б» соответствует умеренно-концентрированным растворам. Изменение их вязкости с увеличением напряжения сдвига объясняется или обратимым разрушением структуры, образованной зацеплениями макромолекул (тиксотропия) либо, наоборот, перестройкой структуры, приводящей к ее упрочнению под действием относительно малых напряжений сдвига (дилатансия). Связь вязкости со структурой раствора отражается в определении его физического состояния в данной области, которое характеризуется как структурно-вязкое.

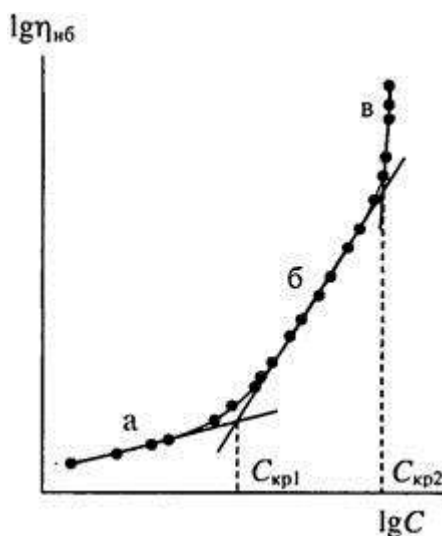


Рисунок 3 – Зависимость логарифма наибольшей вязкости концентрированного раствора полимера от логарифма концентрации

Область «в» относится к концентрированным растворам полимеров. Их физическое состояние принципиальным образом отличается от рассмотренных выше, что проявляется в наличии двух видов деформации – необратимой (течения) и обратимой (упругой). Возникновение последней является следствием образования сплошной трехмерной флуктуационной (подвижной) сетки зацепления макромолекул.

Результаты экспериментальных исследований. В основу способа полимерной локализации токсикантов в литосфере положено создание пропитанного раствором высокомолекулярного полимера слоя грунта (пористой среды). При этом, в зависимости от молекулярной массы полимера, его концентрации в растворе, физико-химических свойств растворителя значительно изменяется коэффициент фильтрации через пористую среду.

Выше отмечалось, что кривую зависимости вязкости от концентрации полимера в растворе можно разделить на три области, которые характеризуют слабоконцентрированные, умеренно концентрированные и концентрированные растворы.

В ходе проведения экспериментальных исследований установлено, что в пористых средах – суглинках, тяжелых супесях и песчаниках применение слабоконцентрированных и умеренно концентрированных растворов приводит к уменьшению коэффициента их фильтрации. В тоже время использование концентрированных растворов позволяет обеспечить полную локализацию токсикантов за счет создания в вышеуказанных пористых средах водонепроницаемого слоя. При этом, например, для высокомолекулярного полиэтиленоксида, с молекулярной массой $4,5 \cdot 10^6$, концентрированными растворами принято считать растворы, содержащие 0,6 % масс. полимера. Такие растворы сравнительно легко получить путем использования водорастворимых полимерных композиций с применением соответствующих генераторов приготовления из них растворов [7-12].

Выводы.

1. Решение проблемы защиты литосферы от загрязнения токсикантами, путем использования способа полимерной локализации, может быть успешно реализовано за счет использования водорастворимых полимерных композиций на основе высокомолекулярных полиэтиленоксида, полиакриламида и генераторов приготовления из них растворов.

2. Уменьшить коэффициент фильтрации через пористые среды (суглинки, тяжелые супеси и песчаники) можно за счет применения слабоконцентрированных и умеренно концентрированных растворов композиций на основе высокомолекулярных полимеров.

3. Полную локализацию токсикантов в пористой среде может обеспечить применение концентрированных растворов высокомолекулярных полимеров. Для полиэтиленоксида (ПЭО) таким может быть водный раствор, содержащий 0,6% масс. полимера с молекулярной массой $4,5 \cdot 10^6$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Underground disposal facilities for low-level radio-active waste to begin operation in 1992 // STA Today-1990-2, №12. – P.4.
2. Umweltchutz mit Beton. Instandsetzung des Hamburg Mischwassersie systems // Beton-1991. – №2. – P.-62.
3. А.с. 215802 СССР, МПК E02B. Способ сооружения профильтрационных элементов гидротехнических сооружений/Кондратьева К.Б., Павчан М.П.
4. А.с. 509688 СССР, МПК E02D 3/12. Способ укрепления грунта/ Мхитарян В.В., Сошнов А.А., Каинсон А.Я. и др.
5. Бабаев М.В. Оценка экологической эффективности барражной (водонепроницаемой) завесы вокруг пруда-испарителя Кременчугского НПЗ / М.В. Бабаев, Н.В. Беседин, Г.А. Демехин // Сб. научных трудов регионального научно-практического семинара «Оценка техногенного воздействие на природную среду...». – Кременчуг, 1996. – С. 35-38.
6. Погребняк В.Г., Шубин А.А. Физико-химические основы полимерной локализации токсикантов в литосфере. – Донецк: ДонГУЭТ, 2002. – 219 с.
1. Симоненко А.П. Гидродинамически-активные композиции на основе полимеров и поверхностно-активных веществ для решения проблем экологической безопасности и энергосбережения: дис. ... д-ра техн. наук: 21.06.01. – Донецк, 2013. – 397 с.
2. Ступин А.Б. Гидродинамически-активные композиции в энергосбережении и экологии / А.Б. Ступин, А.П. Симоненко, П.В. Асланов // Донецк: ДонГУ. – 1999. – 228 с.
3. Ступин А.Б. Гидродинамически-активные полимерные композиции в пожаротушении / А.Б. Ступин, А.П. Симоненко, П.В. Асланов, Н.В. Быковская. – Донецк: ДонНУ, 2001. – 198 с. (монография).

4. Симоненко А.П. Перспективы практического применения гидродинамически-активных композиций для полимерной локализации токсикантов в литосфере / А.П. Симоненко, И.А. Артемова // Вестник ДонНУ. Сер. Г: Технические науки. – 2018. – № 3. – С. 76 – 91.
11. Симоненко А.П. Применение флокового покрытия с водорастворимыми полимерными наполнителями в энергосбережении и экологии / А.П. Симоненко, А.Б. Ступин, А.Ю. Собко, С.А. Фоменко // «Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури». Зб. наук. праць, Інженерні системи та техногенна безпека. – Макіївка, ДонНАБА №2012-2(94). – 2012. – С. 15-21.
12. Симоненко А.П. Водорастворимые брикеты на основе высокомолекулярного полиэтиленоксида и перспективы их практического применения в энергосбережении и экологии / А.П.Симоненко // Севастополь: Збірник наукових праць СЧУЯЕ та П. – Екологічна безпека. – 2012. – Вип. 3 (43). – С.100-108.

APPLICATION OF WATER-SOLUBLE HYDRODYNAMICALLY ACTIVE COMPOSITIONS FOR POLYMER LOCALIZATION OF TOXICANTS IN THE LITHOSPHERE

Annotation. In this paper, the choice of hydrodynamically active polymer compositions based on high-molecular polyethylene oxide (PEO), polyacrylamide (PAA) and generators for the preparation of aqueous solutions from them for subsequent use in technologies for the polymer localization of toxicants in the lithosphere is justified.

Keywords: toxicants, lithosphere, hydrodynamically active compositions, polymer localization.

Zaitseva E. V.

Scientific supervisors: Simonenko A. P., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Donetsk National University

E-mail: a.simonenko@donnu.ru,

УДК 004.056.55

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АТАКИ НА ПРОТОКОЛ ШИФРОВАНИЯ KEELOG

Колтунов К. В.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., ст.препод.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: Представлен анализ атак на протокол шифрования KeeLog, широко применяющийся в системах автосигнализации, способов взлома криптографических алгоритмов и защищенности современных систем автосигнализации.

Ключевые слова: автосигнализация, KeeLog, криптоанализ, защита.

Введение. Протокол шифрования KeeLog, который был разработан в 90-х годах 20 века, все еще широко применяется в системах автосигнализации [1]. С появлением все более мощных вычислительных систем возникают опасения по поводу криптостойкости как самого алгоритма, так и технологии его применения. Целью данной работы является анализ существующих методов взлома протокола KeeLog, для исследования уязвимостей современных систем автосигнализации и способов повышения их безопасности. Поскольку данный протокол применяется во многих изделиях компании Microsoft, и не проходил тестирования на криптостойкость, во всяком случае не имеет никаких официальных сертификатов, тестирование криптографических свойств алгоритма KeeLog является актуальным.

Постановка задачи. Необходимо рассмотреть уязвимости протокола KeeLog. Проанализировать исследованные методы атак на этот протокол и возможность применения этих методов для реального взлома систем автосигнализации. Оценить риски применения алгоритма KeeLoq и предложить пути увеличения криптостойкости протокола.

Технология Keelog. Алгоритм шифрования KeeLog стал известен широкой общественности в 2006 году, поскольку произошла утечка в Интернет [2]. Началось исследование уязвимостей данного алгоритма. Но кроме самого алгоритма шифрования для компрометации имеет значение и организация обмена между брелоком-передатчиком и блоком сигнализации-приемником, составляющие секретной посылки, методы генерации секретных ключей, все это вместе с алгоритмом называют технологией KeeLog. Технология KeeLog включает следующие понятия:

Серийный номер - в каждый передатчик при изготовлении зашивается 28 или 32 битный серийный номер. *Секретный ключ* - это 64-битный код, сгенерированный алгоритмом генератора ключей из серийного номера или 32/48-битного так называемого «кодового зерна» и 64-битного заводского номера. Секретный ключ никогда не передается. В случае применения в охранной системе стандартного алгоритма KeeLog, передаваемая в эфир кодовая комбинация (при нажатии на любую кнопку) выглядит так:

<номер нажатой кнопки> <номер брелока> <...шифрованная часть...>

В зашифрованной части присутствует информация, обеспечивающая распознавание конкретного брелока.

Генерация секретного ключа – используется для формирования уникального номера передатчика. При генерации используется серийный номер и «Кодовое зерно». Генерация кода проводится программатором при прошивке кодера. *Заводской ключ* - программируется в декодер при изготовлении устройства, и используется для генерации секретного ключа.

Нормальный режим обучения - приемник использует информацию, полученную из обычной кодовой посылки для получения секретного ключа передатчика, определения величины различия и счетчика синхронизации. Вся информация, полученная от передатчика-, сохраняется.

Безопасный режим обучения - передатчик активизируется через определенную комбинацию кнопок, после чего он передает 32- или 48-битную кодовую посылку ("кодовое зерно"), которая может использоваться при генерации ключа как его часть. 12-битная фиксированная часть зашифрованного слова используется приемником при расшифровке.

Счетчик синхронизации - 16-битный счетчик, который увеличивает свое значение на единицу каждый раз, когда происходит активация передатчика. Приемник запоминает значение счетчика во внутренней памяти и сравнивает его со значением, полученным из предыдущей посылки. Если значение попадает в рабочее окно, то код принимается.

Hopping code Формирователи динамически изменяющегося кода (hopping code) KeeLoq предназначены для однонаправленных систем дистанционного управления. В функции кодера входит только формирование кодовой посылки, разработчику системы дистанционного управления необходимо позаботиться об организации канала связи. Инициализации кодера на передачу кода происходит после нажатия на кнопку пульта дистанционного управления. Для радиомаяка на основе технологии KeeLoq инициализация передачи кода может происходить и под влиянием внешнего электромагнитного поля.

В технологии KeeLoq используется система идентификации по принципу «свой - чужой». На основе серийного номера передатчика и заводского ключа приемника по специальному алгоритму формируется 64-битный секретный ключ и записывается в кодер на этапе его программирования. Секретный ключ не может быть получен из кодера, и он никогда не передается по каналу связи.

При каждой инициализации кодера (нажатие на кнопку пульта дистанционного управления) формируется кодовая последовательность, в которую входит 32-битный hopping code, полученный из 64-битного секретного ключа. Hopping code - уникальный для каждой новой кодовой последовательности.

В технологии KeeLoq кодовая последовательность повторяется более чем через 65 000 команд. Если пульт дистанционного управления использовать 8 раз в сутки, пройдет 22 года, прежде чем та же кодовая комбинация повторится снова. При этом повторная передача кода (например, с помощью устройства перехвата кода) не вызовет срабатывание системы. Алгоритм KeeLoq использует особую систему синхронизации. Принятая посылка декодируется и сохраняется в памяти. Следующие посылки считаются истинными, если они лежат в зоне 16 возможных следующих кодовых комбинаций. Это сделано для того, чтобы не восстанавливать синхронизацию каждый раз после нажатия кнопки на пульте управления в зоне недостижимой для приемника. В случае выхода кодовой комбинации из зоны 16 вариантов необходимо дважды нажать кнопку на пульте управления, и синхронизация будет восстановлена. При простой аппаратной реализации протокол KeeLoq имеет высокий уровень защиты, по сравнению с алгоритмом DES. Заложенная в крипто-схему длина секретного ключа в 64 бита делает нереалистичной атаку перебором всех возможных ключевых комбинаций.

Криптоанализ. Целью исследователей алгоритма шифрования является нахождение мастер-ключа шифрования (по терминологии Microchip – Ключа Производителя), а не самого алгоритма шифрования, как ошибочно считают авторы некоторых статей о взломе KeeLoq.

Первые атаки на KeeLoq были проведены Бирюковым и Вагнером [1] в 1999 году. с использованием метода «скользящее среднее». Позднее Николай Куртуа к «скользящему среднему» добавил и алгебраические методы [2]. Эти атаки не представляли угрозы реализациям алгоритма того времени, поскольку ключи прежде всего были уязвимы для «брутфорса», имея длину 8 бит. Отдельная реализация алгоритма «hopping code» также оказалась уязвима для атаки с повторением отправки пакетов, которая создает помехи на канале, прерывает и захватывая сам код и в дальнейшем увеличивая время выполнения в 4 раза от стандартного времени. Это классическая атака «человек посередине». Данная уязвимость KeeLoq позволила создать так называемые «грабберы», популярные у угонщиков до сих пор. Они используют микросхемы FPGA для перебора основного ключа KeeLoq. В 2007 году исследователи из группы COSIC университета в городе Лёвен (Бельгия), в сотрудничестве с коллегами из Израиля, обнаружили новый способ атаки на KeeLoq [3]. Используя детали алгоритма, которые стали известны в 2006 году, исследователи начали изучать уязвимые места алгоритма.

Криптографические атаки на KeeLoq. На сегодняшний день опубликовано несколько криптографических способов атаки на шифр KeeLoq: Слайд атака, корреляционный подход, и линейный шаг.

Slide attack. Впервые такой тип атаки предложили Д. Вагнер и А. Бирюков. Она применима, преимущественно, к многораундовым кодам, каждый раунд которых представляет собой несложное преобразование исходного блока с использованием лишь

одного ключа. Ключ может как повторяться, так и быть разным для каждого раунда. Важным является то, что раунды должны быть идентичны и легко обратимы. На первом этапе необходимо набрать порядка 2^{n^2} (где n - длина угадываемого ключа в битах) пар открытый-зашифрованный текст. Этого оказывается достаточно, согласно парадоксу дней рождений, чтобы со значительной вероятностью наткнуться на —slide pairs. Далее (M, C) —одна из таких пар. F - функция преобразования раунда. Суть метода – если (M', C') такая, что $P' = F(K, M)$ и $C' = F(K, C)$, то K -и есть искомый ключ (Рис. 1).

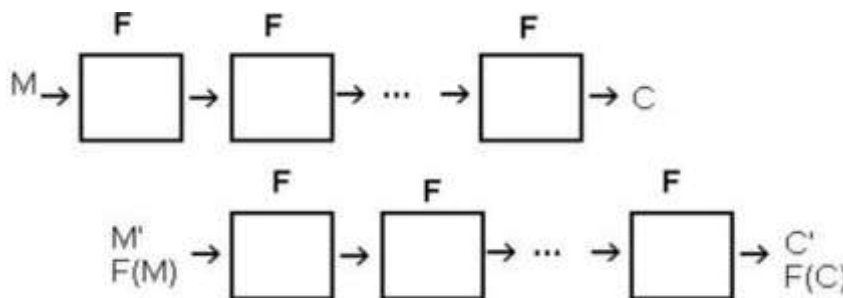


Рис. 1. Общая схема Slide attack

Для Keeloq обратимы первые 32 бита. Следовательно, часть ключа ($\leq 32b$) можно определить таким методом.

Correlation approach. Для дальнейшего определения ключа возможно использование свойства NLF- $Cor(F)=1$.

Оказывается, что для равномерно распределенных x_2, x_3, x_4 имеет место следующее [2] :

$$- \Pr \{NLF(x_4, x_3, x_2, x_1, x_0) = 0 \mid x_0 \oplus x_1 = 0\} = 5/8$$

$$- \Pr \{NLF(x_4, x_3, x_2, x_1, x_0) = 1 \mid x_0 \oplus x_1 = 1\} = 5/8$$

Используя это и аппроксимируя NLF по вероятности можно добиться определения очередной части ключа [2].

Linear step. Последние 16 бит ключа определяются весьма просто если известны все предыдущие.

Основываясь на том, что если мы знаем полностью 48 состояние в цикле, то можем записать: $y_{1664} = NLF(y_{3148}, y_{2648}, y_{2048}, y_{948}, y_{148}) \oplus y_{048} \oplus y_{1648} \oplus k_{48}$

Отсюда находим - k_{48} . Совершенно аналогично $k_{49} \dots k_{63}$

Андрей Богданов оценивает сложность всех трех атак вместе как $\sim 2^{52}$ [2]. Что на современном компьютере возможно за неделю. На рисунке 2 в таблице представлены все известные на сегодняшний день криптографические атаки на шифр KeeLoq, с указанием необходимого количества перехваченных данных ключа или посылки, объема памяти, необходимого для проведения атаки, времени реализации и ссылки на работу, в которой описана атака.

Тип атаки	Сложность			
	Данные	Время	Память	Ссылки
Time-Memory Trade-Off 2 CP 2	2 CP	$2^{42.7}$	≈ 100 TB	[3]
Slide/Algebraic	2^{16} КР	$2^{65.4}$?	[1]
Slide/Algebraic	2^{16} КР	$2^{51.4}$?	[1]
Slide/Guess-and-Determine	2^{32} КР	2^{52}	16 GB	[3]
Slide/Guess-and-Determine	2^{32} КР	$2^{50.6}$	16 GB	[3]
Slide/Cycle Structure	2^{32} КР	$2^{39.4}$	16.5 GB	[3]

Slide/Cycle/Guess-and-Det.	2^{32} КР	2^{27}	16.5 GB	[2]
Slide/Fixed Points	2^{32} КР	2^{37}	> 16 GB	[6]
Slide/Meet-in-the-Middle	2^{16} КР	$2^{45.5}$	≈ 2 MB	[2]
Slide/Meet-in-the-Middle	2^{16} КР	$2^{44.5}$	≈ 3 MB	[7]
Slide/Meet-in-the-Middle	2^{16} СР	$2^{44.5}$	≈ 2 MB	[7]
Time-Memory-Data Trade-Off	68 СР, 34 РК	$2^{39.3}$	≈ 10 MB	[8]
Related Key	66 СР, 34 РК >>	-	-	[4]
Related Key	512 СР, 2 РК >>	2^{32}	-	[4]
Related Key/Slide/MitM	217 СР, 2 РК ⊕	$2^{44.9}$	≈ 16 MB	[4]

Рис. 2. Известные на сегодняшний день криптографические атаки на шифр KeeLoq

Однако найденный за неделю секретный ключ, для конкретной перехваченной 32 битной посылки не поможет злоумышленнику открыть конкретную машину. В случае, если он попытается предсказать следующую посылку для открытия автомобиля на месте, общаясь с приемником напрямую, то его тоже ждет разочарование – в отличие от компьютера приемник обрабатывает каждое обращение от 50 до 150 мс, и время атаки возрастает в разы. Но угонщики и не восстанавливают секретный ключ, они перехватывают посылку передатчика, заглушая приемник на время, а затем, когда пользователь еще раз нажимает на кнопку брелока, перехватывают и эту посылку, но первую перехваченную посылку шлют по назначению. Машина закрывается и пользователь, не заметив подмены уходит. А злоумышленник открывает автомобиль второй посылкой.

Выводы. Проанализировав существующие криптографические атаки на технологию KeeLoq можно сделать вывод, что слабыми местами алгоритма являются:

1. Использование повторяющегося ключа на протяжении всех 528 раундов.
2. Относительно небольшая длина входных блоков.
3. Возможность весьма эффективной линейной аппроксимации функции обратной связи NLF.

В качестве альтернативы можно предложить хорошо известный в сетевой аутентификации механизм хеширования, поскольку необязательно расшифровывать посылку передатчика. Однако в данном случае последовательные посылки для закрытия и открытия автомобиля должны сохраняться в памяти микроконтроллера, причем генерировать нужно 10-16 хешей, это затратно по скорости и использованию оперативной памяти по сравнению с шифрованием KeeLoq. Производителям нужно выбирать между усложнением, то есть удорожанием системы и безопасностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая документация компании Microchip Technology Incorporated, USA. - Текст: электронный. - URL: http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/pic16_1.pdf (дата обращения: 29.02.2021).
2. Bogdanov Andrey Attacks on the KeeLoq Block Cipher and Authentication Systems/ Andrey Bogdanov //J une, 2007. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/228616747_Attacks_on_the_KeeLoq_Block_Cipher_and_Authentication_Systems File: keeloq_rfidsec 2007 (дата обращения: 29.02.2021)
3. Nicolas T. Courtois, personal communication,/Nicolas T //3 Proceedings of Fast Software Encryption 1 May 2007.
4. Hellman Martin E., A Cryptanalytic Time-Memory Trade-Off/ Martin E. Hellman // IEEE Transactions on Information Theory, vol. 26, pp. 401–406, 1980.
5. Keller Nathan A Practical Attack on KeeLoq / Sebastian Indestege, Nathan Keller, Orr Dunkelman, Eli Biham, Bart Preneel. // February 2008. – Текст : электронный. – URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.190.7835_article-1045. (дата обращения: 29.02.2021)
6. Biryukov Alex Improved Time-MemoryTradeoffs with Multiple Data/Alex Biryukov// Sourav Mukhopadhyay and Palash Sarkar Proceedings of Selected Areas in Cryptography 2005, Lecture Notes in Computer Science 3897, pp. 245–260, Springer-Verlag, 2006.

7. Eisenbarth T. On the Power of Power Analysis in the Real World: A Complete Break of the KeeLoq Code Hopping Scheme /Thomas Eisenbarth, Timo Kasper, Amir Moradi, Christof Paar, Mahmoud Salmasizadeh, and Mohammad T. Manzuri Shalmani. //June, 2008. – Текст : электронный. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-85174-5_12 crypto2008_keeloq (дата обращения: 29.02.2021)
8. Kasper Markus Breaking KeeLoq in a Flash /Markus Kasper, Timo Kasper, Amir Moradi, and Christof Paar // March 2009. – Текст : электронный. – URL: https://www.researchgate.net/publication/253302601_Breaking_KeeLoq_in_a_Flash africacrypt2009_ keeloq. (дата обращения: 29.02.2021)

CRYPTOGRAPHIC ATTACKS ON KEELOG ENCRYPTION PROTOCOL

The analysis of attacks on the KeeLog encryption protocol, which is widely used in car alarm systems, methods of breaking cryptographic algorithms and the security of modern car alarm systems is presented.

Key words: car alarm, KeeLog, cryptanalysis, protection..

Koltunov Konstantin

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer, Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies of Donetsk National University.

Email: 1997-don00@mail.ru

УДК 536.532.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПАР

Алексеева А.В.

Натарова А.Д.

*Научный руководитель: Болонов Н.И. д.т.н., профессор
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В данной работе рассматриваются динамические характеристики термоэлектрических измерительных преобразователей (термопар), при больших и малых параметрах измеряемой физической величины при воздействии на чувствительный элемент ступенчатого испытательного сигнала и импульсного испытательного сигнала, и определение зависимости постоянной времени датчика от разности температур между температурно-стратифицированными слоями жидкости в условиях отсутствия вынужденной конвекции. Приведены результаты собственных экспериментальных исследований.

Ключевые слова: термоэлектрический измерительный преобразователь (термопара), единичная ступенчатая функция, дельта-функция, постоянная времени, динамические характеристики.

Термоэлектрический преобразователь, или термопара, является устройством, используемым для контроля температуры на промышленных предприятиях, в процессе научных исследований, при эксплуатации автоматики и в медицинских учреждениях. Термопары являются наиболее популярным термоэлементом, который применяется в различных приборах для измерения температуры. Они обладают высокой надежностью, низкой инертностью, универсальны и имеют низкую стоимость.

Большинство термоэлектрических преобразователей работает в динамическом режиме, следовательно, для достижения высокой точности измерений необходимо учитывать не только статические, но и динамические характеристики датчика. В соответствии с МИ 2090 [1], для определения динамических характеристик необходимо

подать на вход средства измерения (СИ) испытательный сигнал. Реакция системы на стандартные возмущения характеризует основные ДХ СИ. В данной работе в качестве типового возмущения выбрана модель ступенчатого испытательного сигнала, описываемого функцией, достаточно близкой по форме к функции Хэвисайда $1(t)$ и импульсного испытательного сигнала, описываемого функцией по форме близкий к дельта – функции (функция Дирака).

Данная тема актуальна. Актуальность ее заключается в необходимости управления технологическими процессами в реальном масштабе времени.

Целью данной работы является исследование динамических характеристик термоэлектрических измерительных преобразователей (термопар), при больших и малых параметрах измеряемой физической величины при воздействии на чувствительный элемент ступенчатого испытательного сигнала и импульсного испытательного сигнала, и определение зависимости постоянной времени датчика от разности температур между температурно-стратифицированными слоями жидкости в условиях отсутствия вынужденной конвекции.

Динамические характеристики. Динамические характеристики отражают инерционные свойства средства измерений при воздействии на него изменяющихся во времени величин параметров входного сигнала. Динамическая характеристика средства измерений – метрологическая характеристика, предназначенная для выражения динамических свойств СИ [8]. В метрологии приняты два метода определения динамических характеристик СИ: прямой и косвенный. К прямым методам относятся методы определения динамических характеристик СИ с помощью испытательных сигналов, достаточно близких к характеристическим. Косвенные методы – методы определения динамических характеристик, при которых искомую характеристику находят на основании зависимости между этой характеристикой, испытательным сигналом и откликом на него исследуемого СИ.[7,17]

Единичная функция. Функция Хэвисайда (*единичная ступенчатая функция, функция единичного скачка*) — кусочно-постоянная функция, равная нулю для отрицательных значений аргумента и единице — для положительных.

Единичная функция, называемая функцией Хэвисайда, определяется следующим уравнением :

$$I(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t < 0, \\ 1, & \text{при } t \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Временная, частотная и гармоническая модели ступенчатого сигнала представлена на (рис. 1)

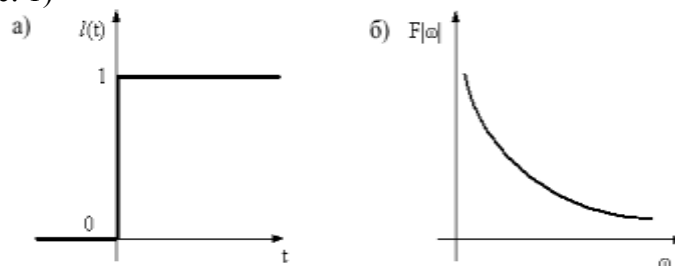


Рис. 1. - Графики моделей единичного - ступенчатого воздействия:

а) временная модель, б) частотная модель,

Преобразование Фурье функции Хевисайда.

Исходный сигнал описывается функцией Хевисайда $u(t)$ (рисунок 2). Рассмотрим спектральную плотность $U(\omega)$ функции $u(t)$.

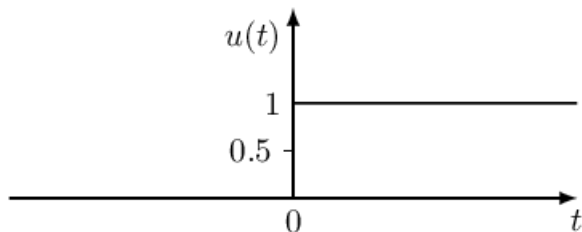


Рис. 2. - Временной сигнал Хевисайда

Функция Хевисайда есть результат интегрирования дельта-функции Дирака. Тогда согласно свойству преобразования Фурье:

$$U(\omega) = F[u(t)] = \frac{\Delta(\omega)}{j\omega} = \frac{1}{j\omega} = -\frac{j}{\omega}, \omega \neq 0 \quad (2)$$

где $\Delta(\omega) = 1$ — преобразование Фурье дельта-функции. Таким образом для любого $\omega \neq 0$, спектральная плотность $U(\omega)$ является чисто мнимой функцией частоты.

При $\omega = 0$, $U(0)$ равна половине $S(0)$ постоянного во времени сигнала при $A = 1$, потому что $u(t) = 0$ для $t < 0$:

$$U(0) = \int_0^\infty dt = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^\infty dt = \pi * \infty \quad (3)$$

Тогда можно окончательно записать:

$$U(\omega) = \pi \delta(\omega) + \frac{1}{j\omega} = \pi \delta(\omega) - \frac{j}{\omega} \quad (4)$$

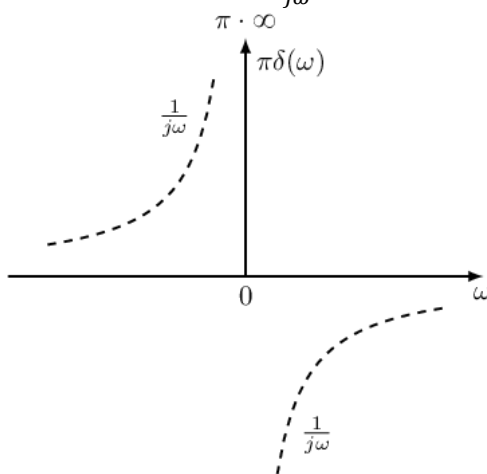


Рис. 3. - Спектральная плотность функции Хевисайда $u(t)$

Спектральная плотность $U(\omega)$ показана на рисунке. Пунктирная линия означает чисто мнимую функцию $\frac{1}{j\omega}$, а сплошная — бесконечное значение постоянной составляющей $U(\omega) = \pi \delta(0)$.

Поскольку функция Хевисайда является безразмерной, то размерность ее спектральной плотности $U(\omega)$ равна $[c] = [1/\text{Гц}]$, как это можно заметить из выражения (4).

Дельта-функция. Функция Дирака (*дельта-функция, функция импульсного испытательного сигнала*) – бесконечно короткий импульс с бесконечной амплитудой при нулевом значении аргумента функции:

$$\delta(t-t_0) = \begin{cases} 0, & \text{при } t \neq t_0, \\ \infty, & \text{при } t = t_0. \end{cases} \quad (5)$$

Значение дельта-функции равно нулю везде за исключением точки t_0 , где она представляет собой бесконечно узкий импульс с бесконечно большой амплитудой, при этом площадь импульса равна 1. Графики временной и частотной моделей дельта-функции $\delta(t)$ показаны на рисунке 2.

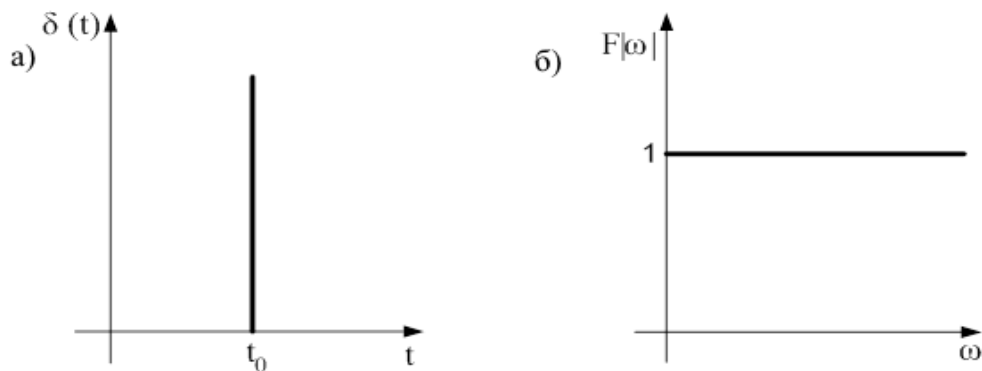


Рис. 4. – Временная (а) и частотная (б) модели дельта-функции

Преобразование Фурье. Единичная и дельта - функции связаны между собой следующими выражениями:

К дельта-функции можно применить [преобразование Фурье](#):

$$F\{\delta(t - t_0)\}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t - t_0) - e^{-i\omega t} d\omega. \quad (6)$$

Таким образом, спектр (Фурье-образ) дельта-функции, centered in point t_0 , является «волной» в пространстве частот, обладающей «периодом» $\frac{2\pi}{t_0}$. В частности, спектр (Фурье-образ) дельта-функции, centered in zero, является константой (не строго говоря — «волной» с бесконечно большим «периодом»):

$$F\{\delta(t)\}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-i\omega \cdot 0} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}. \quad (7)$$

Соответственно, наоборот — дельта-функция является Фурье-образом чистой гармонической функции или константы.

Термоэлектрический преобразователь. ГОСТ Р 8.585-2001 на термопары, даёт следующее определение термопары: Термопара — два проводника из разнородных материалов, соединенных на одном конце и образующих часть устройства, использующего термоэлектрический эффект для измерений температуры.[3]

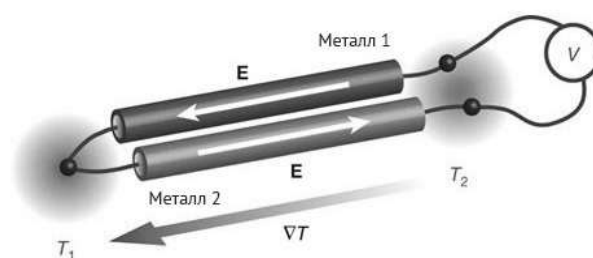


Рис. 5. – Принцип действия термопары

Термопара является самым распространенным термодатчиком. Ее действие основывается на **эффекте Зеебека**, или, иначе, термоэлектрическом эффекте, который был открыт еще в 1823 году. Когда концы проводника находятся при разных температурах, между ними возникает разность потенциалов, пропорциональная разности температур. Коэффициент пропорциональности называют коэффициентом термо-ЭДС. У разных металлов коэффициент термо-ЭДС разный и, соответственно, разность потенциалов, возникающая между концами разных проводников, будет различная. Помещая спай из металлов с отличными коэффициентами термо-ЭДС в среду с температурой T_1 , мы получим напряжение между противоположными контактами, находящимися при другой температуре T_2 , которое будет пропорционально разности температур T_1 и T_2 . (рис.5).

Материал и методы. В ходе работы над темой исследования была разработана экспериментальная установка позволяющая моделировать воздействие ступенчатого испытательного сигнала и импульсного испытательного сигнала на исследуемый термопреобразователь. Блок – схема стенда представлена на (рис.6).



Рис. 6. – Блок – схема измерительного стенда для исследования динамических характеристик термопар.

Измерительный стенд состоит из 3-х основных частей: генератора испытательного сигнала (температурно - стратифицированной жидкости) (1), исследуемого термопреобразователя (2), и координатного устройства для перемещения термопары (3). Внешний вид и измерительного стенда представлен на (рис. 7).



Рис. 7. – Внешний вид измерительного стенда.

1 - Температурно-стратифицированная жидкость, 2 – термопара, 3 – усилитель электрического сигнала, 4 – АЦП, 5 – ПК, 6 – координатное устройство для перемещения термопары.

Описание эксперимента. Измерение переходной характеристики термопары, при больших и малых значениях измеряемой физической величины при воздействии ступенчатого испытательного сигнала, обладающего свойствами единичной функции и импульсного испытательного сигнала, обладающего свойствами дельта-функции, выполняется следующим образом.

Для большого значения: с помощью нагревательного прибора, вода в специальном контейнере доводится до температуры кипения, таким образом, чтобы в верхней части контейнера температура жидкости была близка к 100°C , а в нижней – к температуре окружающей среды, т.е. возникла температурная стратификация с большим градиентом температуры.

Для малого значения: вода в специальном контейнере доводится до температуры 27°C , таким образом, чтобы разница комнатной и исследуемой температур составляла $\max = 5^{\circ}\text{C}$. С помощью координатного устройства термопара перемещается из горячего слоя воды в слой с комнатной температурой. Выходной сигнал термопары подается на усилитель постоянного тока, и с выхода усилителя - на регистрирующий прибор. Полученные данные регистрируются с помощью аналого-цифрового преобразователя National Instruments NI Usb-6001 и виртуального прибора, разработанного в программе LabVIEW Signal Express.

Характеристика данных для экспериментального исследования большого значения: Тип термопары – медь-константан, диаметр – $0,095\text{ мм}$, комнатная температура - 24°C , температура горячего слоя - 90°C , толщина слоя $\sim 4,5\text{ см}$ (для ступенчатого испытательного сигнала) и $\sim 1,5\text{ см}$ (для импульсного испытательного сигнала), частота опроса – 1000 Гц , временной промежуток между регистрациями данных 2 мин , скорость перемещения датчика – $0,5\text{ м/с}$.

Характеристика данных для экспериментального исследования малого значения:

Тип термопары – медь-константан, диаметр – 0,095 мм, комнатная температура - 22°C, температура исследуемого слоя - 27°C, разница температур - 5°C , частота опроса – 1000 Гц, временной промежуток между регистрациями данных 2 мин, скорость перемещения датчика – 0,5 м/с .

После перемещения датчика между температурно-стратифицированными слоями жидкости, на экране монитора наблюдался переходной процесс, характеризующий динамические свойства термопары.

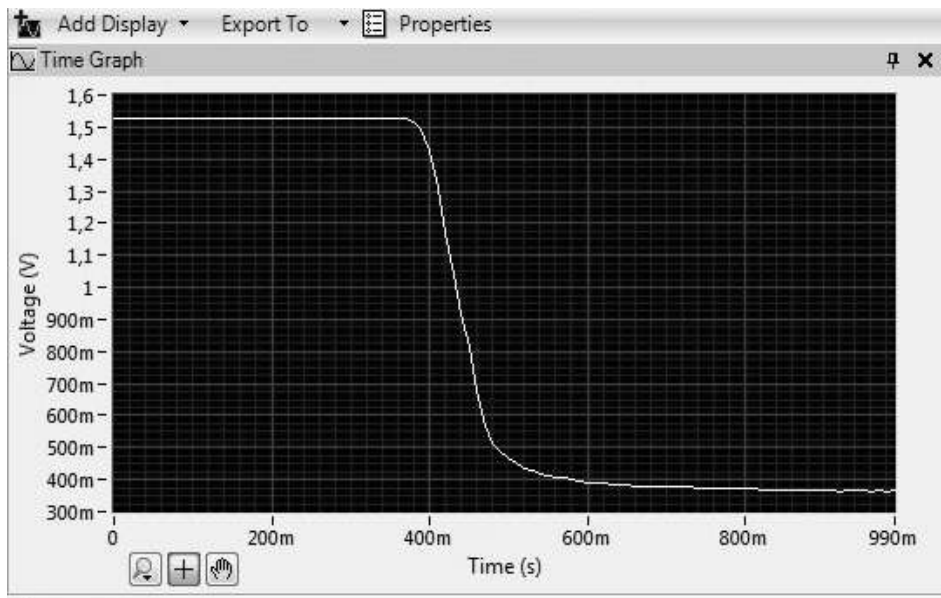


Рис.8. – Окно программы с полученными результатами наблюдения при воздействии ступенчатого испытательного сигнала на термопару

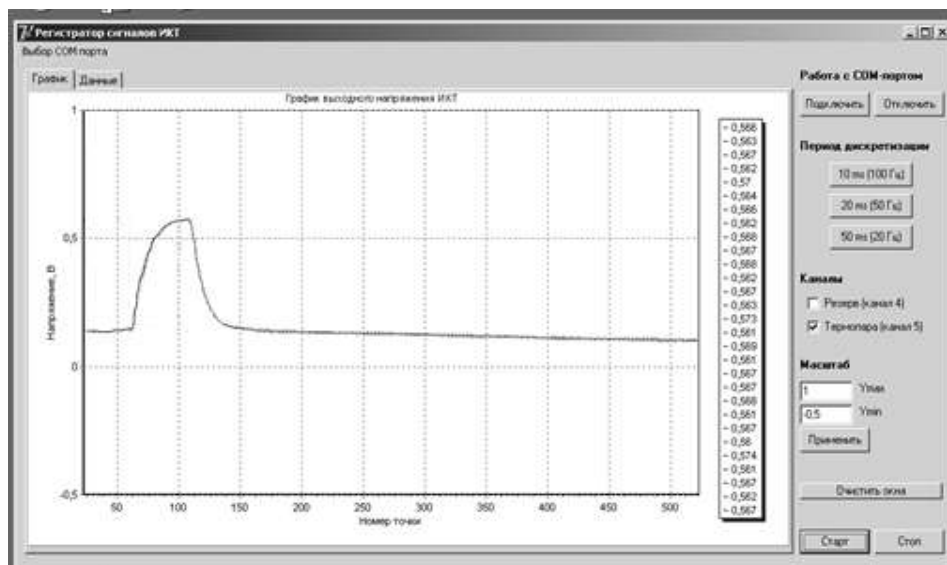


Рис. 9. - Окно программы с полученными результатами наблюдения при воздействии импульсного сигнала со свойствами дельта-функции

Результаты эксперимента и их обсуждение.

Алгоритм обработки данных при определении динамических характеристик, как функций времени, обусловлен свойствами переходных процессов. Исходными данными служат испытательный и выходной сигналы исследуемого средства измерений и предварительные сведения о средстве измерения, такие как: нормы на статический коэффициент преобразования, структуру модели динамических свойств и другие данные о средстве измерения и условиях его применения. В частности, по этим данным задаются: диапазон напряжений, параметры настройки АЦП и т.д.

При определении прямым методом переходной и импульсной характеристик исследуемого термопреобразователя, оценки указанных характеристик следует находить с помощью соотношений:

- для переходной характеристики:

$$h(t) = \frac{y_h(t)}{y_{уст}}, \quad (8)$$

где $y_{уст}$ - установившееся значение выходного сигнала, $y_h(t) = K \int_0^t g(t-\tau) \cdot x_h(\tau) \cdot d\tau$
: K – статический коэффициент преобразования исследуемого термопреобразователя;
 $x_h(\tau)$ - ступенчатый испытательный сигнал.

В общем случае, аналитическое представление переходной характеристики может быть выполнено в виде суммы нескольких экспонент (решение дифференциального уравнения n -го порядка) [16]. В простейшем случае инерционные свойства датчика описываются с помощью дифференциального уравнения первого порядка [6]:

$$a_0 Y(t) + a_1 \frac{dY(t)}{dt} = K \cdot X(t), \quad (9)$$

где $X(t)$ - входной сигнал, $Y(t)$ - выходной сигнал, a_0 , a_1 - постоянные коэффициенты, K – коэффициент передачи.

Переходная характеристика, представляющая собой решение дифференциального уравнения (7) для типового единичного входного сигнала, определяется следующим выражением:

$$Y_h(t) = K \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{при } t \geq 0, \quad (10)$$

где τ – постоянная времени системы; t – время [с].

Важнейшей характеристикой решения уравнения (11) для переходной характеристики является значение функции при $t = \tau$:

$$Y_h(t) = K \cdot (1 - e^{-1}) \approx 0.63 \cdot K. \quad (11)$$

Нормированную импульсную характеристику можно представить в виде:

$$Y_g(t) = 1/\tau \cdot (e^{-t/\tau}). \quad (12)$$

На практике постоянная времени термодпары определялась следующим образом. Полученные переходная или импульсная характеристики нормировались в

соответствии с ГОСТ 8.009 по соотношениям (5) или (6), в зависимости от выбранного режима измерения. Для результатов измерений, представленных в виде таблицы, использовался следующий способ определения постоянной времени. При времени дискретизации значительно меньшем, чем искомая, постоянная времени τ , можно использовать линейную аппроксимацию $y_1(t) = kt + c$ на отрезке, включающем τ . Тогда постоянную времени, в случае воздействия ступенчатого испытательного сигнала, можно определить как точку пересечения линейного уравнения нормированной функции $y_1(t) = kt + c$ с прямой $y_2(t) = 1 - e^{-1} = 0.63$ [16]. Таким образом, постоянная времени определяется как решение системы уравнений:

$$\begin{cases} y_1(t) = kt + c; \\ y_2(t) = 0.63. \end{cases}$$

(13)

Число точек, используемых для определения линейной функции, составляло не менее 10.

Полученные графики зависимости постоянной времени термопары от разницы температуры $\tau = f(\Delta T)$ между слоями температурно-стратифицированной жидкости при скорости перемещения датчика $V = 0,5$ м/с, приведены на рисунке 10.

Результаты исследования при больших параметрах (значениях) измеряемой физической величины в виде единичной функции.

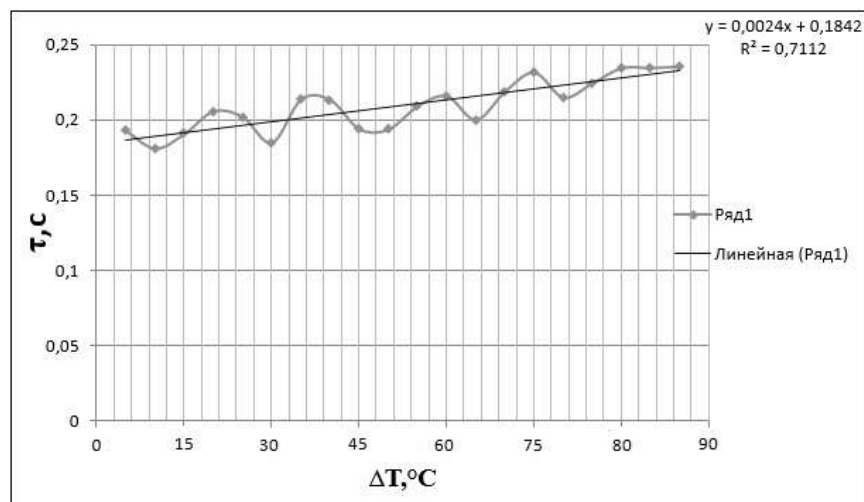


Рис. 10. – Зависимость вида $\tau = f(\Delta T)$ постоянной времени термопары от большого параметра измеряемой физической величины в виде единичной функции при $V = 0,5$

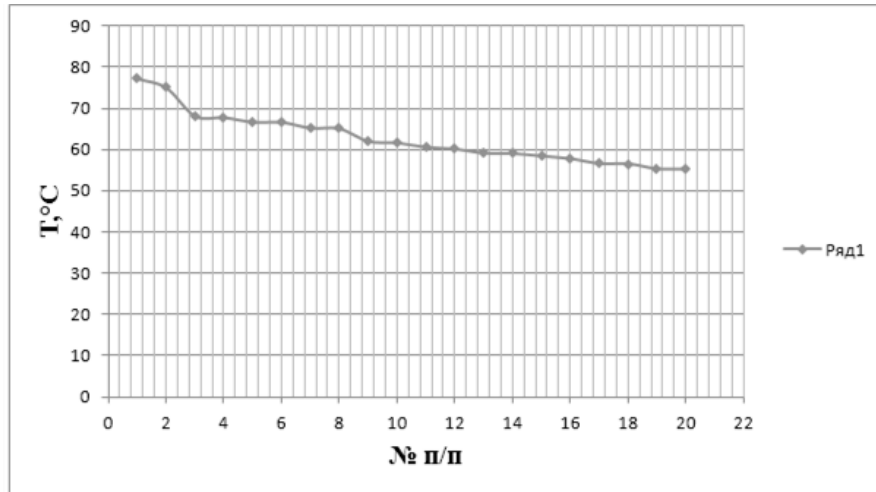


Рис. 11. – Изменение температуры горячего слоя большого параметра измеряемой физической величины в виде единичной функции

Результаты исследования при малых параметрах (значениях) измеряемой физической величины в виде единичной функции.

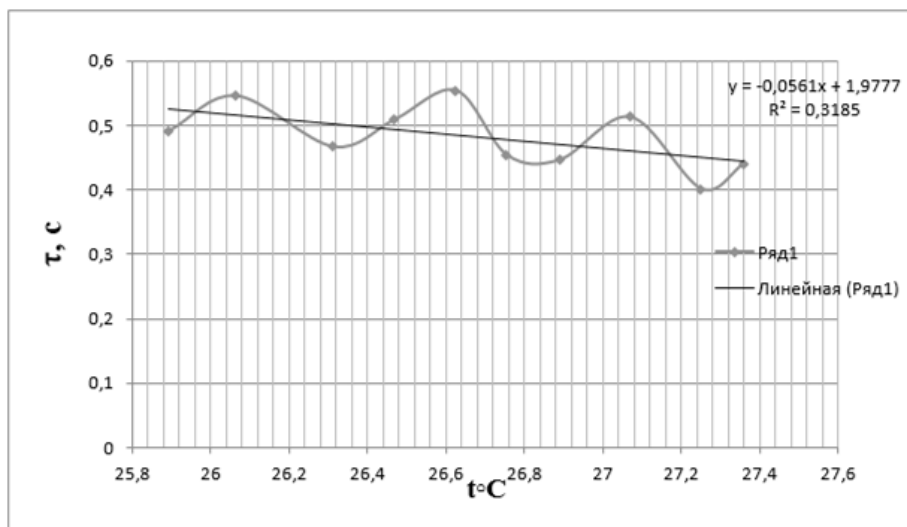


Рис.12. – Зависимость вида $\tau = f(\Delta T)$ постоянной времени термопары малого параметра измеряемой физической величины в виде единичной функции при $V = 0,5$

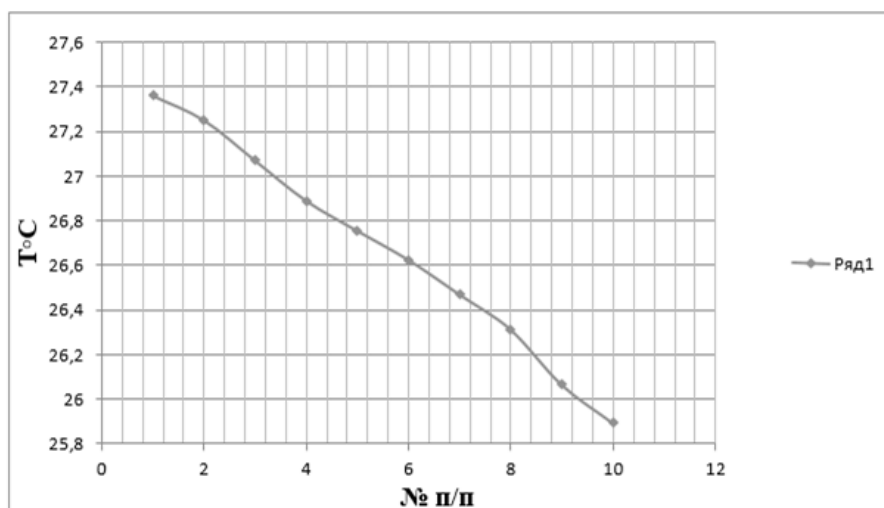


Рис. 13. – Изменение температуры горячего слоя большого параметра измеряемой физической величины в виде единичной функции

На рисунке 8. и 10. приведена зависимость постоянной времени термопары типа «Т» от разности температур $\tau = f(\Delta T)$ между температурно-стратифицированными слоями жидкости большого и малого параметра измеряемой физической величины.

С уменьшением разности температур между слоями температурно-стратифицированной жидкости, время реакции датчика увеличивается. Данный эффект вызван изменением структуры страт, приводящий к увеличению ширины переходной зоны (зоны смешивания слоев). Т.е, данный метод измерения ДХ термопреобразователей, может применяться в диапазоне перепада температуры от 25 до 70°C.

Результаты исследования при больших и малых параметрах (значениях) измеряемой физической величины в виде дельта-функции. Для оценки постоянных времени термопары, полученных прямым методом, экспериментальные данные были предварительно обработаны с использованием методов статистического анализа.

Зависимость вида $\tau = f(\Delta T)$, полученные при прямом методе определения, приведена на рисунках 12 и 13.

С практической точки зрения, полученные данные можно интерпретировать следующим образом. Величина постоянной времени, исследуемой термопары слабо зависит от амплитуды воздействия (разности температур между слоями жидкости), и равняется 0,044257833с при больших параметрах и 0,1138с при малых параметрах измеряемой физической величины.

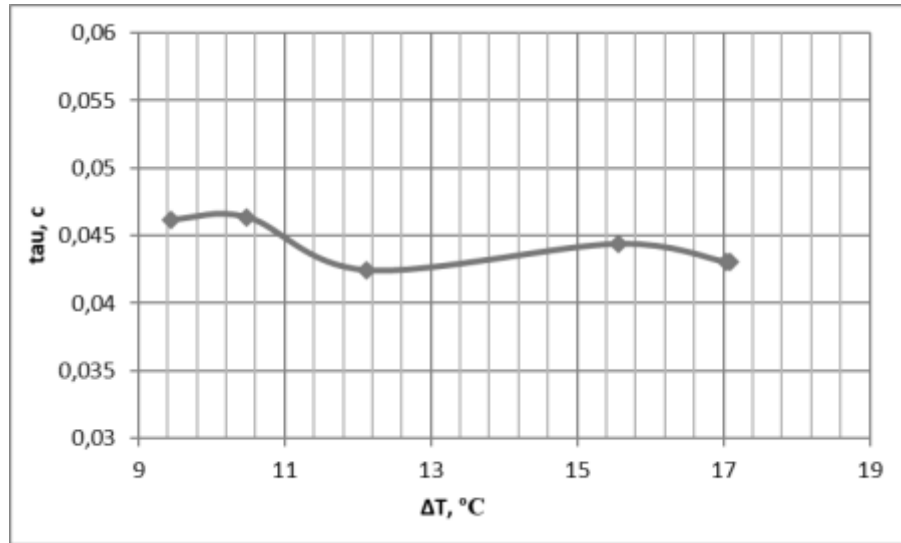


Рис. 14. – Зависимость вида $\tau = f(\partial T)$ при больших параметрах измеряемой физической величины в виде дельта - функции

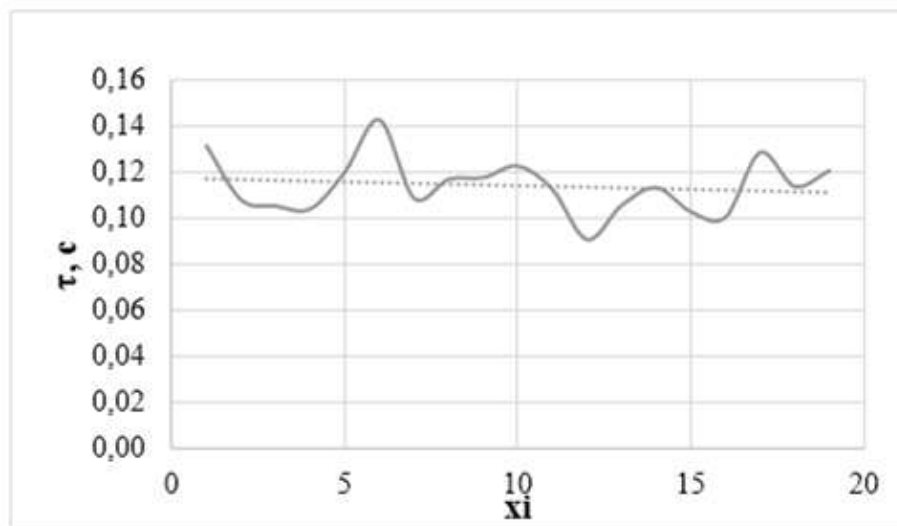


Рис. 15. – Зависимость вида $\tau = f(\partial T)$ при малых параметрах измеряемой физической величины в виде дельта - функции

Данный эффект можно объяснить следующим образом. При прямом способе определения динамических характеристик, поверхность термопреобразователя имеет температуру горячего слоя. После пересечения горячего слоя, поверхность датчика начинает охлаждаться, а внутренний объем термопреобразователя – нагреваться. В результате этого, учитывая малый объем и отсутствие различных защитных оболочек, время реакции датчика практически не зависят от разности температур.

Полученные результаты исследований инерционных свойств термопар позволяют обоснованно принимать решение относительно типа и конструкции термопары для регистрации термоциклов при проведении исследований различных процессов.

Заключение. В соответствии с поставленными целями, используя импульсный испытательный сигнал, описываемый функцией по форме близкий к единичной функции при отсутствии вынужденной конвекции, установлено, что динамические свойства термопреобразователей зависят от их конструкции, теплофизических свойств материалов, положения чувствительного элемента, а также теплообмена с контролируемой средой.

Физическая реализованная дельта-функции не полностью соответствует ее математической модели. Это является источником погрешности при определении динамических характеристик.

Величина постоянной времени, исследуемой термопары слабо зависит от амплитуды воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и соответствующие термины: пер. с англ. и фр. / Всерос. науч.- исслед. ин-т метрологии им. Д. И. Менделеева, Белорус. гос. ин-т метрологии. Изд. 2-е, испр. — СПб.: НПО «Профессионал», 2010. — 82 с.
2. ГОСТ 6616-93. Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия. – Введ. 1994-10-21. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 15 с.
3. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразование. – Введ. 2001-11-21. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 82 с.
4. ГСИ. Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых средств измерений: ГОСТ 8.256 – 77. - [Введ. 01. 07. 78.]. – М.: Изд – востандартов, 1977. – 11 с.
5. МИ 2090-90. ГСИ. Определение динамических характеристик линейных аналоговых средств измерений с сосредоточенными параметрами. – Введ. 1991-08-01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 66 с.
6. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения
7. ГСИ. Динамические измерения. Термины и определения : МИ 1951 – 88. - [Введ. 01. 01.89.]. – М.: Изд – востандартов, 1990. – 17 с.
8. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений: ГОСТ 8.009 – 84 – Взамен ГОСТ 8.009 – 72. – [Введ. 01. 01.86.]. – М.: Стандартиформ, 2006. – 26 с.
9. ДСТУ ІЕС 60584-3:2007. Термопары. Часть 3: Удлинительные и компенсационные кабели. Допуски и система идентификации (ІЕС 60584-3:1989, ІDT)
10. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. К.: «Вища школа», 1981. – 296 с.А
11. Бутусов И.В. Измерительные преобразователи - Киев.: Киевское артиллерийское училище, 1972-384с.
12. Крамарухин Ю.Е. Приборы для измерения температуры. – М.: Машиностроение, 1990-208с.:ил.
13. Измерения электрических и неэлектрических величин: Учеб.пособие для вузов/ Н.Н.Евтихеев, Я.А. Купершмидт, В.Ф. Папуловский, В.Н. Скугоров; под общ. Ред. Н.Н. Евтихеева.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 352 с.: ил.
14. Зедгинидзе Г.П., Гогсадзе Р.Ш. Математические методы в измерительной технике. – М.:Изд-во комитетов стандартов, 1970. – 615 с.
15. Определение динамических характеристик аналоговых СИ с сосредоточенными параметрами: МИ 2090-90[Введ. 01.01.90.]. – М. Из-во стандартов, 1990.- 34с
16. Кочарян Самвел Агасиевич. Разработка и исследование методов и аппаратуры для определения динамических характеристик средств измерений переменной температуры водных потоков : диссертация кандидата технических наук : 05.11.01, 05.11.15. - Санкт-Петербург, 2002. - 177 с. : ил.
17. Грановский В.А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения / В.А. Грановский. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1984. – 224 с.
18. Основы температурных измерений/ А.Н. Гордов. О.М. Жагулло, А.Г. Иванова. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 304 с.
19. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – СПб.:Питер,2002.- 608с.:ил.

20. Геращенко О.А. Температурные и тепловые измерения. Справочное руководство. К.: Накова думка, 1965, 304 с

21. Анатыхчук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник.: Киев. Наукова Думка. 1979. 385 с.

THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE THERMOCOUPLE

Annotation. In this paper, we consider the dynamic characteristics of thermoelectric measuring transducers (thermocouples), at large and small parameters of the measured physical quantity, when a step test signal and a pulse test signal are applied to the sensitive element, and the determination of the dependence of the sensor time constant on the temperature difference between the temperature-stratified layers of liquid in conditions without forced convection. The results of our own experimental research are presented.

Keywords: thermoelectric measuring converter (thermocouple), unit step function, delta function, time constant, dynamic characteristics.

Alekseeva A.V.

Natarova A.D.

Scientific supervisor: Bolonov N. I., Doctor of Technical Sciences, Professor
Donetsk National University

E-mail: madam.natarowa@yandex.ua

E-mail: alekseeva1998.anna@mail.ru

УДК 004.056

ВЕРИФИКАЦИИ РУКОПИСНЫХ ПОДПИСЕЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

Пастушенко Е. А.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., ст.преаод.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: данная работа посвящена повышению эффективности защиты систем и документов на основании образа подписи идентифицируемого лица применением нейросетевых алгоритмов; целью работы является создание системы верификации рукописной подписи с использованием нейронной сети; в качестве материала для экспериментов взяты рукописные подписи преподавателей и студентов кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, верификация рукописных подписей.

Введение. Несмотря на широкое распространение таких биометрических систем аутентификации, как распознавание лица или отпечатка пальца, на многих предприятиях и учреждениях Донецкой народной республики все еще используется такой идентификационный признак, как рукописная подпись, заверяющая документ. Верификация рукописной подписи находится среди наиболее часто используемых методов, например, при проведении финансовых и коммерческих транзакций, проверке документов и контроле физического доступа. Современный уровень развития графических редакторов позволяет злоумышленникам осуществлять подделку рукописных подписей на сканах документов с последующей распечаткой. Также встречаются обычные методы подделки подписи на бумажных документах имитацией или надпечаткой. Одним из направлений в развитии нейросетевых технологий и алгоритмов, связанных с биометрическими системами аутентификации, является верификация рукописной подписи [1,2].

Постановка задачи. Необходимо проанализировать существующие методы верификации рукописной подписи нейронной сетью, получить выборку подписей преподавателей и студентов кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий, выделить ключевые характеристики подписи, выбрать тип, архитектуру нейронной сети и метод её обучения, осуществить программную реализацию выбранных алгоритмов, подготовить обучающие образцы и провести обучение, протестировать разработанную систему на собранной выборке рукописных подписей.

Предварительная обработка входного изображения. Для создания обучающего набора данных рукописная подпись студента или преподавателя сканировалась, масштабировалась, затем добавлялась в базу данных. Подписи выбирались с различным начертанием, от сложных до самых простых. В базу данных добавлялась и фальшивая подпись, сделанная автором. Было собрано более 20 подписей, причем одно и то же лицо расписывалось несколько раз, несколько раз создавалась и поддельная подпись. Таким образом в итоге получился набор из 120 подписей, который был разбит на учебную и тестовую выборки. Подписи учебного набора были расположены так, подлинные подписи и поддельные, подписаны как *genuine* и *forged* соответственно, находились в папке *Training* для обучения нейронной сети и такие же в папке *Test* для тестирования сети и определения результата. На рисунке 1 представлен внешний вид полученных выборок.

Для удовлетворительного результата распознавания, перед тем, как обучить нейронную сеть, надо выполнить предварительную обработку входного изображения [3]. В данной работе был применен следующий алгоритм: преобразование подписи в полутоновое изображение, удаление шумов, бинаризация, масштабирование (уменьшение и приведение к единому размеру).



Рисунок 1 – Внешний вид данных для обучения и тестирования.

Предварительная обработка производилась при помощи библиотеки *openCV*. На рисунке 2 представлены результаты первых трех этапов предварительной обработки.

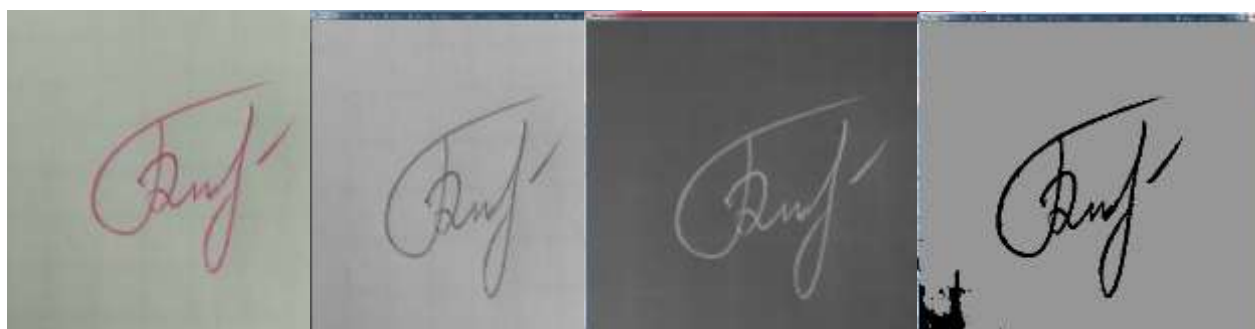


Рисунок 2 – Преобразование оригинальной рукописной подписи в полутоновое изображение, фильтрация шума, частичной бинаризация

В дальнейшем для уменьшения входных параметров подпись масштабировалась, представлялась в виде сплюсненного массива 40x10. На рисунке 3 представлены результаты этого процесса.



Рисунок 3 – Рукописная подпись в виде массива и ее внешний вид

Нейронная сеть для бинарной классификации. Существует несколько вариантов обучения нейронной сети. Первый вариант — это полное обучение, где анализируется ошибка на всех элементах данных, считается направление градиента, и только после этого решается сама задача. Однако, если данных много, то такой метод обучения не является эффективным. Шаг градиента делается очень маленький, и, если заранее известно, что значение весов не очень хорошее, а начальные значения выбираются случайным образом, поэтому существует минимальный шанс, что выйдет попасть к минимуму функции ошибки. Другие варианты обучения используют стохастический подход, где делается шаг в сторону градиента, после того как обработали один элемент данных, это онлайн обучение, или несколько элементов данных, это обучение на мини-выборках. Во втором случае, на разных этапах обучения, можно двигаться в разные стороны, в том числе ошибка может увеличиваться. А если данных достаточно много, и размер шага в сторону градиента достаточно маленький, то со временем придем до минимального значения функции ошибки. В процессе работы был разработан программный модуль для реализации обучения стохастическим градиентным спуском полносвязной нейронной сети обратного распространения, без оптимизации. Первая сеть была создана с помощью библиотеки NumPy, содержала входной слой из 901, два скрытых слоя по 500 нейронов, и выходной слой из 2-х нейронов для бинарной классификации (подлинная или фальшивая подпись). Алгоритм обучения – стохастический градиентный спуск, размер батча – 10, критерий обучения 0,01, функции активации: - сигмоид в скрытых слоях и в выходном слое. Результаты распознавания подписей этой сетью представлены на рисунке 4. Точность распознавания составляет 83%.

```

RESTART: D:\DIPLOM\signature-recognition-master (4)\signature-recognition-maste
r\sigrecog.py
OpenCV version 4.2.0

Warning (from warnings module):
  File "D:\DIPLOM\signature-recognition-master (4)\signature-recognition-master\
network.py", line 106
    return 1.0 / (1.0 + np.exp(-z))
RuntimeWarning: overflow encountered in exp
Epoch 0: 52 / 93
Epoch 1: 61 / 93
Epoch 2: 64 / 93
Epoch 3: 57 / 93
Epoch 4: 73 / 93
Epoch 5: 72 / 93
Epoch 6: 71 / 93
Epoch 7: 74 / 93
Epoch 8: 73 / 93
Epoch 9: 77 / 93
>>>
    
```

Рисунок 4 – Результаты распознавания тестовой выборки из 93 подписей, из 93 сеть правильно распознала 77 подписей.

Для увеличения точности распознавания была использована библиотека TensorFlow, где была создана сеть с той же архитектурой, но была применена встроенная функция GradientDescentOptimizer, для оптимизации обучения и перемешивание обучающей выборки. В выходном слое была применена функция активации softmax, для расчета точности рас познавания. Кроме того, был увеличен размер бача с 10 до 30. Предпринятые изменения, однако не увеличили точность распознавания. На рисунке 5 представлен результат распознавания тех же 93 подписей из тестовой выборки с точностью 0,7526 , то есть 75%.

```

.
OpenCV version 4.2.0
0.75268817
>>>
    
```

Рисунок 5 – Результат распознавания 93 подписей нейронной сетью на TensorFlow.

Распознавание одной подписи из тестовой выборки в обоих случаях осуществлялось с точностью 100%.

Выводы. В ходе работы реализован процесс предварительной обработки отсканированных подписей в библиотеке OpenCV 4.2.0. Реализовано шумоподавление, бинаризация, масштабирование и представление подписи в виде одномерного массива.

Разработана модель персептрона с двумя скрытыми слоями, реализованная в 2 библиотеках NumPy и TensorFlow, которые отличаются функцией активации выходного слоя и наличием оптимизации.

Результаты распознавания 93 подписей 83% для NumPY и 75% для Tensorflow. Распознавание одной подписи – 100% для обеих моделей. Результаты работы будут внедрены в лабораторный практикум по дисциплине «Нейронные сети».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровик, И. Г. Использование нейросетевого подхода для верификации рукописной подписи / И. Г. Боровик, М. Г. Зубарева, А. А. Цветков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 11 (115). — С. 150-154. — URL: <https://moluch.ru/archive/115/30581/>
2. Исследование и разработка нейронной сети - [электронный ресурс] – Режим доступа - /URL: https://studbooks.net/2265291/informatika/odnosloynnyu_perseptron (дата обращения 9.02.2021)
3. Нейронные сети: распознавание образов и изображений с помощью ИИ- [электронный ресурс] – Режим доступа - /URL: <https://center2m.ru/ai-recognition> (дата обращения 9.02.2021)

VERIFICATION OF MANUSCRIPT SIGNATURES BY THE NEURAL NETWORK

Annotation: This work is devoted to the efficiency of protecting systems improving and documents based on the signature image of an identified person using neural network algorithms; the purpose of the work is to create a system for verifying a handwritten signature using a neural network; as material for experiments, handwritten signatures of teachers and students of the Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies were taken.

Keywords: neural networks, machine learning, handwritten signature verification.

Pastushenko Evgeniy

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer, Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies of Donetsk National University.

Email: jenpasush@mail.ru

УДК 004.056

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ЛОГОВ СЕРВЕРОВ

Сытник Д. А.

*Научный руководитель: Бабичева М.В., ст.препод.
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация: работа посвящена анализу данных, собираемых веб-серверами в лог-файлах и применению такого анализа для улучшения работы приложения, выявления особенностей их работы, ошибок и активности злоумышленников; разработано программное обеспечение для автоматизации поиска информации в лог-файлах. Кроме того, рассмотрен механизм создания лог-файлов в операционных системах Windows, iOS и Linux, службы и утилиты ответственные за логирование, анализирующие лог-файлы, создаваемые при запуске и функционировании операционных систем.

Ключевые слова: логи веб-серверов, формат json, службы и утилиты логирования.

Лог файлы и их анализ. Анализ лог-файлов позволяет получить информацию о поведении запущенных приложений, серверов и системных утилит. При записи можно выставлять уровень серьезности логирования, определять формат записи в файл. Поиск производится по регулярным выражениям согласно заданным критериям.

В лог-файлах операционной системы Windows можно посмотреть все приложения, которые открывались, организовать поиск по регулярным выражениям средствами системы, определить причину появления ошибок в работе (например, синего экрана). Утилита PowerShell позволяет сделать все то же самое из командной строки.

В Linux службы rsyslog и system-journald одновременно ведут журналы логов. Эти лог-файлы можно открыть как текстовые документы. Анализ можно осуществлять при помощи утилит grep, tail, less, cat, journalctl. Файлы входа пользователя в систему можно

посмотреть утилитой last, btmap, lastlog. Утилиты BackupBot и SQLite Expert позволяют анализировать, лог-файлы, извлеченные из iPhone.

Постановка задачи. Для разработки приложения была смоделирована ситуация, когда у сетевого администратора возникли проблемы с обработкой заявок на все соединения сервера. Для анализа был предоставлен файл server.logs в формате json (рис.1).

```
{
  "tickets": [
    {
      "ticket_id": 0,
      "timestamp": "2017/08/20 19:52:33",
      "file_hash": "b03dee2273112d13",
      "src_ip": "188.163.147.50",
      "dst_ip": "107.111.202.130"
    },
    {
      "ticket_id": 1,
      "timestamp": "2016/03/16 18:30:52",
      "file_hash": "811f58a6e15c0643",
      "src_ip": "99.175.56.242",
      "dst_ip": "215.51.6.131"
    },
    {
      "ticket_id": 2,
      "timestamp": "2016/01/16 07:31:16",
      "file_hash": "bbd65e44921b880c",
      "src_ip": "99.32.28.173",
    }
  ]
}
```

Рисунок 1 Вид файла server.logs, предоставленный сетевым администратором для анализа

В ходе анализа файла необходимо было ответить на следующие вопросы:

1. Какой IP адрес встречается в файле логов чаще всего?
2. Сколько уникальных IP адресов запрашиваются с исходного IP адреса 99.32.28.173?
3. Количество уникальных IP адресов получателя, которым был отправлен файл с одинаковой хеш-суммой?

Разработка приложения. Для ответа на эти вопросы было написано гибкое приложение на языке Python 3.8, интерфейс которого, написанный с помощью модуля PyQt5 можно увидеть на рисунке 2. Гибкое, поскольку в зависимости от вида файла есть возможность менять код. По обращению к виджетам button происходит вызов различных функций, которые легко редактируются в зависимости от поставленной задачи.

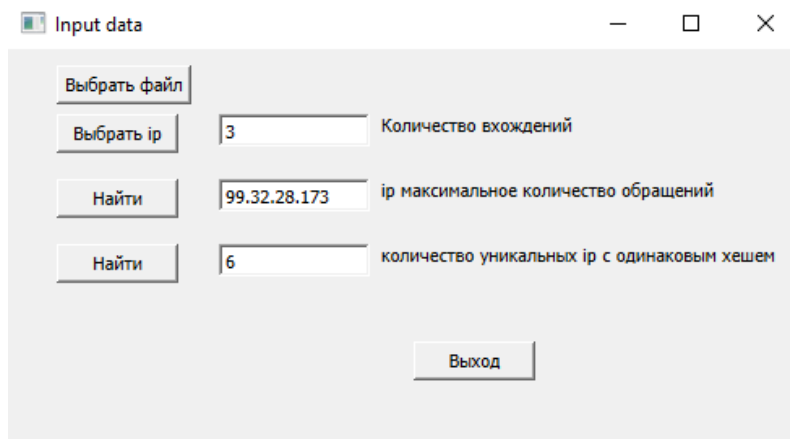


Рисунок 2 Интерфейс приложения с результатами поиска

На рисунке 3 представлен отрывок такого кода, оформленного в виде отдельных функций, выполняющих вторую и третью задачи.

```
def max(self, f):
    fn=self.file
    f=open(fn, 'r')
    data = json.loads(f.read())
    src = {}
    for each in data[u'tickets']:
        src_ip = each[u'src_ip']
        if src_ip in src:
            src[src_ip] += 1
        else:
            src[src_ip] = 1

    k=max(src, key=src.get)
    self.l1l.setText(k)

def hash(self, f):
    fn=self.file
    f=open(fn, 'r')
    data = json.loads(f.read())
    hashes = {}
    for each in data[u'tickets']:
        hash = each[u'file_hash']
        if hash not in hashes:
            hashes[hash] = set()
            hashes[hash].add(each[u'dst_ip'])
```

Рисунок 3 Функции для решения 2-й и 3-й задач, вызываемые по виджетам button.

В итоге были получены такие ответы на поставленные вопросы:

1. Какой IP адрес встречается в файле логов чаще всего? - Чаще всего встречается адрес ipv4 99.32.28.173, причем он встречается в основном, как инициатор запроса (отправитель тикета).

2. Сколько уникальных IP адресов запрашиваются с исходного IP адреса 99.32.28.173? – С этого адреса запрашиваются 3 адреса. 247.145.101.4, 230.124.77.62 и 120.119.119.83.

3. Какое среднее количество уникальных IP адресов получателя, которым был отправлен файл с одинаковым хешем? – Было отправлено файлов с одинаковой хеш-суммой 811f58abe15c0643 шести получателям с уникальными IP адресами.

Выводы. В ходе работы было разработано приложение на языке Python, которое позволило лучше понять механизм записи в лог-файлы приложений и анализа лог-файлов.

Рассмотрен механизм создания лог-файлов в операционных системах Windows, iOS и Linux. Проанализированы лог-файлы, создаваемые при запуске и

функционировании операционных систем, службы и утилиты ответственные за логирование.

Результаты данной работы могут быть внедрены в учебный процесс в курсах «Основы информационной безопасности», «Защита операционных систем», «Аппаратно-программные средства защиты информации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое лог-файлы. Анализ лог-файлов. [Электронный ресурс] – Режим доступа - /URL: <http://on-line-teaching.com/site/Isn022.html> (дата обращения 05.02.2021).
2. Расследование инцидента ИБ по горячим следам. [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://xaker.ru/2014/05/25/is-incident-research/> (дата обращения 05.02.2021)

APPLICATION FOR ANALYSIS OF SERVER LOGS

Annotation: The work is devoted to the analysis of data collected by web servers in log files and the use of such analysis to improve the operation of the application, identify the features of their work, errors and activity of intruders; software has been developed to automate the search for information in log files. In addition, the mechanism for creating log files in Windows, iOS and Linux operating systems, services and utilities responsible for logging, analyzing log files created during the startup and operation of operating systems are considered.

Keywords: web server logs, json format, services and logging utilities.

Sytnik Dmitry

Scientific adviser: Babicheva M.V., senior Lecturer, Department of Radiophysics and Infocommunication Technologies of Donetsk National University.
Email: sytnicdim@mail.ru

УДК 532.574.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОСКОГО ВЕКТОРА СКОРОСТИ

Тарарощенко Н.В.

*Научный руководитель: Болонов Н.И. д.т.н., профессор
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В данной работе рассматриваются методы определения компонент скорости в плоской изотермической затопленной струе при помощи термоанемометра с крестообразным датчиком; разработка и тестирование плоского конфузора для создания условий плоской затопленной изотермической струи. Приведены результаты собственных экспериментальных исследований.

Ключевые слова: термоанемометрические методы измерения скорости, вектор скорости, плоский конфузор.

В настоящее время термоанемометрия – это метод, который широко используется при измерении скорости воздушного потока. Благодаря своим высоким частотным характеристикам, он позволяет с точностью измерять пульсации турбулентных потоков в большом диапазоне скоростей. Поэтому, определение метрологических характеристик термоанемометра является актуальным вопросом во множестве задач аэродинамики, решение которого может значительно уменьшить значение погрешности в данной области измерений.

Цель исследования: определение метрологических характеристик термоанемометра на основании теоретических моделей развития плоских турбулентных струй и моделей обтекания цилиндра поперечным и продольным потоком жидкости.

Термоанемометрические методы измерения скорости.

Термоанемометр – это прибор, позволяющий измерить температуру и скорость потока жидкости или газа. Датчик термоанемометра представляет собой тонкую нагретую электрическим током нить, закрепленную между двумя державками (рис.1). Принцип действия прибора основан на зависимости между скоростью потока V и теплоотдачи нити, помещенной в поток. В практике термоанемометрии применяются несколько видов конструкции первичных преобразователей, среди них - двухниточный X образный датчик, термические нити которого пересекаются на некотором расстоянии относительно друг друга под углом 90° одна относительно второй., и образуют в пространстве подобие креста.

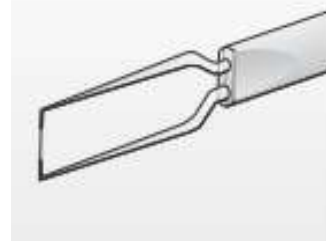


Рис.1

Теоретической основой построения датчиков термоанемометров, как однониточных, так и двухниточных, являются законы обтекания бесконечных цилиндров. Действительно датчик термоанемометра может быть представлен в виде бесконечного цилиндра т.к. отношение диаметра нити к ее длине мало $d/l \ll 1$. В общем случае любое течение воздуха можно считать трехмерным, т.е. вектор скорости имеет 3 координаты $\vec{V} = (V_x; V_y; V_z)$. Для плоского течения вектор скорости имеет две компоненты $\vec{V} = (V_x; V_y)$. Известно, что интенсивность теплообмена бесконечного цилиндра определяется его ориентацией относительно вектора скорости. Экспериментальные и теоретические исследования теплообмена при обтекании бесконечного цилиндра показывают, что поперечное обтекание происходит на порядок интенсивнее чем продольное. Этот факт может быть использован при конструировании двухниточного датчика термоанемометра.

Показания термоанемометра зависят от абсолютной величины скорости и от ориентации датчика, поэтому для определения компонент скорости и одноточечных моментов целесообразно применять X-образные датчики. При использовании двухниточных датчиков, у которых обе нити расположены в одной плоскости, имеем уравнение вида

$$u'_{\text{эфи}} = g_{1i} u' + g_{2i} v' \\ g_{1i} = \sin \varphi_i; \quad g_{2i} = \cos \varphi_i$$

С помощью двухниточного датчика можно измерять две компоненты вектора скорости: u' и v' . Формулы для их расчета имеют вид [1]

$$u' = \frac{u_{\text{эф1}} - u_{\text{эф2}} g_{21} / g_{22}}{g_{11} - g_{12} g_{21} / g_{22}}; \quad v' = \frac{u_{\text{эф2}} - u_{\text{эф1}} g_{12} / g_{11}}{g_{22} - g_{21} g_{12} / g_{11}}$$

Значения функций g_{1i}, g_{2i} , зависят от углов φ_i . Оптимальные величины этих углов могут быть найдены из условия минимума погрешностей измерений. Расчеты показывают [1], что такие углы должны удовлетворять условию $|\varphi_1 - \varphi_2| = \frac{\pi}{2}$. Крестообразный датчик целесообразно располагать в плоскости u, v таким образом, чтобы углы наклона нитей к векторам u', v' были равны $\frac{\pi}{4}$. Для нахождения продольной составляющей вектора скорости достаточно сложить сигналы с нитей

$$u' = u'_{\text{эф1}} + u'_{\text{эф2}}$$

Разность сигналов позволяет найти величину поперечной составляющей:

$$v' = u'_{\phi 2} - u'_{\phi 1}.$$

Данный метод определения компонент скорости является наиболее удобным при практическом применении, т. к. он позволяет одновременно измерять обе компоненты скорости. Один из главных его недостатков – это сложность изготовления и тарировки датчика.

В свою очередь, экспериментальное моделирование обтекания цилиндра осуществляется в условиях плоской затопленной изотермической струи. Свободная затопленная струя возникает при истечении жидкости из отверстия или насадка. Вследствие турбулентности свободная струя частично смешивается с окружающей ее неподвижной жидкостью и увлекает прилегающие слои жидкости за собой. Поэтому расход через поперечное сечение струи по мере удаления от источника возрастает. Под затопленными понимают струи физические свойства вещества, которых одинаковы или мало отличаются от физических свойств среды, в которую они втекают. Принципиальной особенностью плоских течений является их двухмерность т.е. отсутствие третьей компоненты скорости.

Реализация экспериментальной установки. В целях моделирования плоской струи был разработан и сконструирован плоский конфузор. Конфузором называют сужающее сопло, которое обычно устанавливают перед рабочей частью аэродинамической трубы. Он позволяет создать более однородное поле скоростей и давлений, а также увеличить скорость потока, где существенное значение имеет форма кривой, образующей конфузор[1].

В работе форма очертания сопла была выбрана и рассчитана по уравнению Витошинского:

$$r = \frac{r_0}{\sqrt{1 - \left[1 - \left(\frac{r_0}{r_1}\right)^2\right] \frac{(1 - 3z^2/a^2)^2}{(1 + 3z^2/a^2)^3}}},$$

где r – текущий радиус поперечного сечения, r_1 – радиус входного сечения сопла, r_0 – радиус выходного сечения сопла, z – координата вдоль оси сопла (при $z = a/\sqrt{3}$ $r = r_0$) [2]. Величины r_1 и r_0 были заданы: $r_1 = 125$ мм и $r_0 = 20$ мм. Параметр a обычно принимают равным $4r_0$, $a = 80$ мм. По полученным расчетным данным были построены кривые формы обвода плоского конфузора (рис.2)

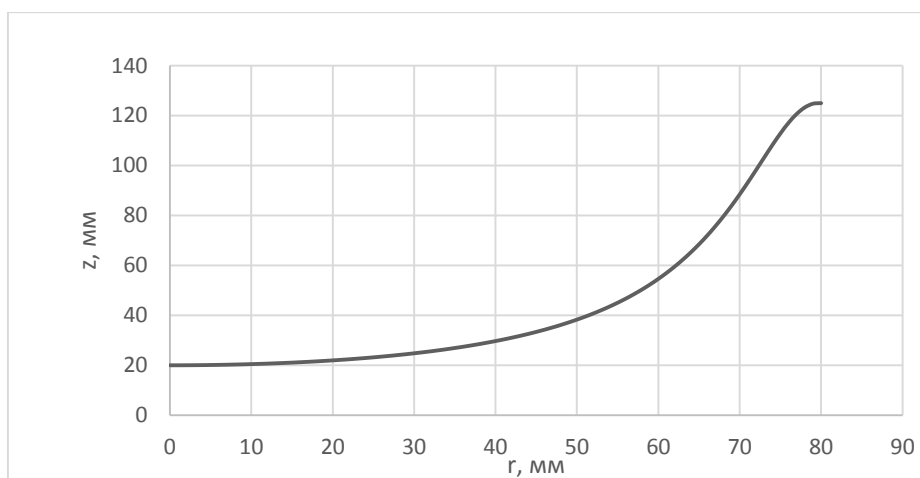


Рис.2. Форма обвода плоского конфузора

Исходные данные плоского конфузора: длина (по z) 380 мм; ширина (по x) 40 мм. Система координат выбрана следующим образом: x – поперечная; координата; y – вертикальная координата; z – продольная координата (рис.3).

Выбор нулевого сечения. Точка «ноль» выбирается по центру координаты z (≈ 190 мм от крайних сечений); по центру координаты x (≈ 20 мм от боковых стенок конфузора); по координате y в (3-5) мм от выходной плоскости конфузора.

Выбор сечений I и II. По координате $z \pm 100$ мм от нулевого сечения, а по координатам x и y соблюдаются те же рекомендации, что и для нулевого сечения, с максимально возможной точностью.

Тестирование плоского конфузора.

Тестирование плоского конфузора заключается в исследовании профилей скорости в нулевом сечении при $y=5, 40, 80, 120, 160, 200, 240$ и 280 мм, а также на срезе конфузора в 0, I и II сечениях при $y=5$ мм путем сканирования сечения по оси x с шагом 2мм. Измерения проводятся на частоте рабочего напряжения 50 Гц. В результате тестирования конфузора были получены следующие данные (рис.4, рис.5):

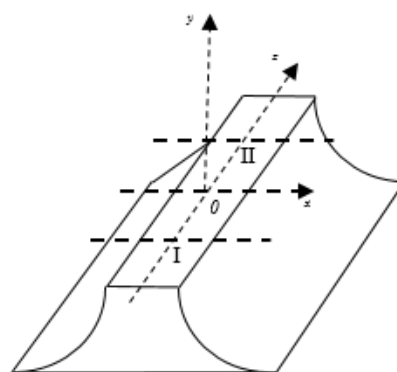


Рис.3. Выбор системы координат и сечений

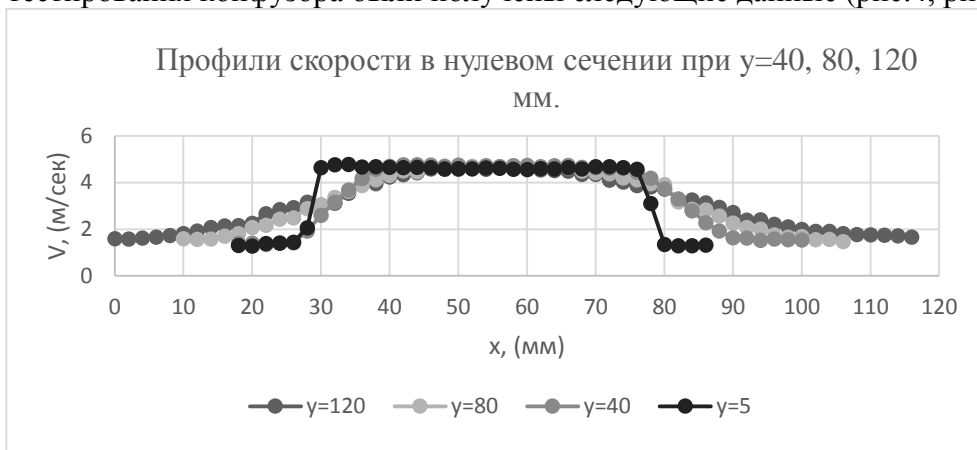


Рис. 4. Профили скорости в нулевом сечении на различной высоте от среза сопла. Измерения при помощи трубки Пито-Прандтля.

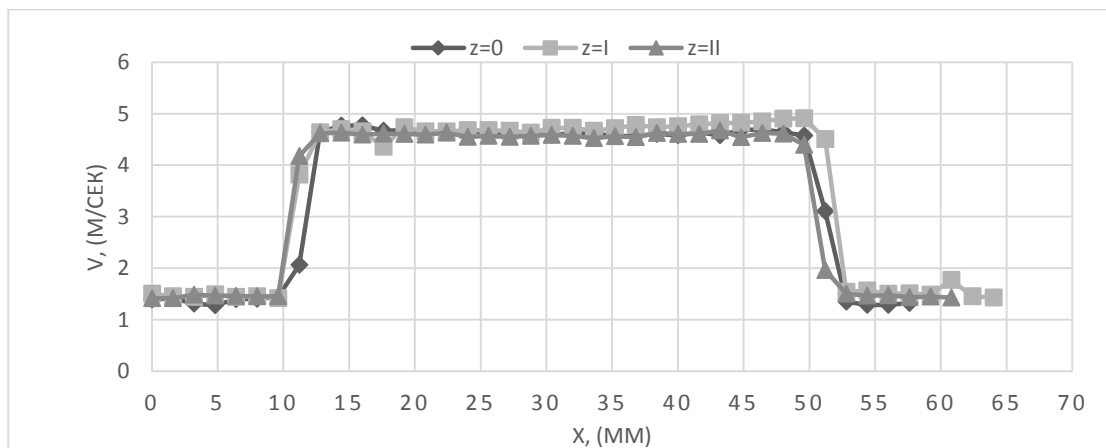


Рис. 5. Профили скорости в 0, I и II сечениях

Оценка неравномерности поля значений (дисперсия) приведена на рис. 6: *а* – для сечения 0, *б* – для сечения I, *в* – для сечения II

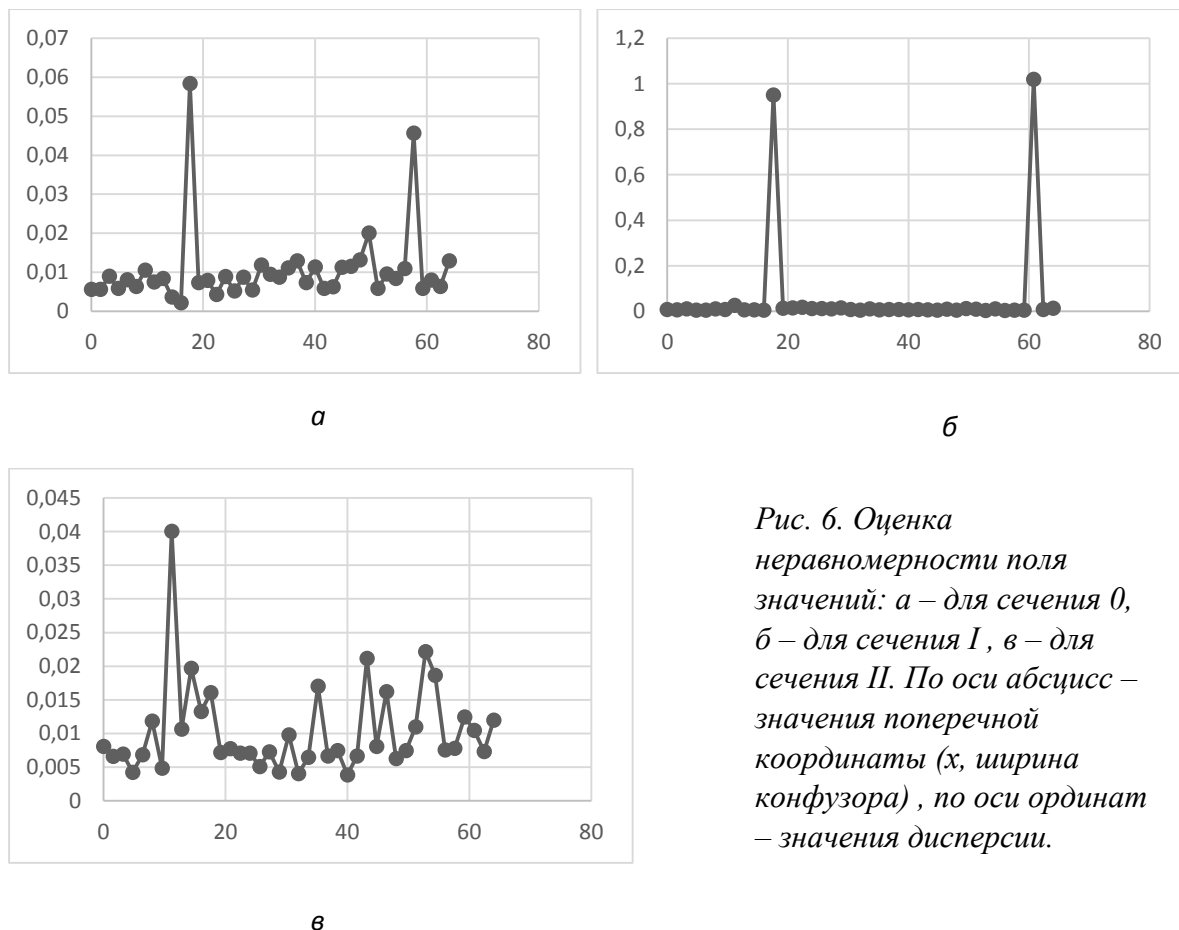


Рис. 6. Оценка неравномерности поля значений: а – для сечения 0, б – для сечения I, в – для сечения II. По оси абсцисс – значения поперечной координаты (x, ширина конфузора), по оси ординат – значения дисперсии.

Заключение. Таким образом, в соответствии с поставленными целями, в работе была изучена теоретическая модель развития течения в плоской неизотермической струе, а также особенности термоанемометрического метода измерений скорости воздушного потока. По уравнению Витошинского была рассчитана и разработана форма обвода плоского конфузора. При тестировании плоского конфузора были получены профили скорости в нулевом сечении на различной высоте от среза сопла и профили в сечениях 0, I и II при $y=5$ мм. Поле скорости на срезе конфузора достаточно однородно, а профили скорости практически совпадают. Результаты исследований соответствуют модели плоского течения, а значит, приближения плоского конфузора работают и форма очертания сопла рассчитана правильно.

В дальнейших исследованиях планируется изучение интенсивности турбулентности в основном участке затопленной турбулентной струи, а также влияние пульсаций скорости на значение средней скорости воздушного потока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярин Л.П., Генкин А.Л., Кулес В.И. Термоанемометрия газовых потоков. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. 1983. 198 с.

2. Вестник РУДН., сер. Инженерные исследования, 2004, №2(9). Л.В. Виноградов, Ш.Р. Лотфули
Исследование геометрических параметров сопла с контуром Витошинского
3. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд., доп. Л., «Машиностроение», 1976. – 504с.
4. Повх И.Л., «Аэродинамический эксперимент в машиностроении», М.: Машиностроение, 1965.
5. Хинце И.О. Турбулентность. М.: ГИФМЛ, 1963. 630с.
6. Брэдшоу П.Н. Введение в турбулентность и ее измерение / Под ред. Г.С. Глушко. – М.: Мир, 1974. – 278 с.

EXPERIMENTAL MODELING OF A PLANE VELOCITY VECTOR

Annotation. In this paper, we consider methods for determining the velocity components in a flat isothermal submerged jet using a thermal anemometer with a cross-shaped sensor; development and testing of a flat confuser for creating conditions for a flat submerged isothermal jet. The results of our own experimental studies are presented.

Keywords: thermoanemometric methods of velocity measurement, flat submerged jet, velocity vector, flat confuser.

Tararoshchenko N.V.

Scientific supervisor: Bolonov N. I., Doctor of Technical Sciences, Professor
Donetsk National University
E-mail: nata97ua@gmail.com

Математика

УДК 514.113

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОРРЕКЦИИ ЗНАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ СТЕРЕОМЕТРИИ

Клепикова А.Д.

*Научный руководитель: Скафа Е.И., д.пед.н., профессор
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В работе рассматривается эвристическое обучение стереометрии. Основное внимание уделено коррекции знаний школьников с помощью авторской компьютерной программы, которая позволяет обеспечить индивидуальный подход к обучению при работе над ошибками, осуществить процесс управления самостоятельной учебной деятельностью учащихся, осуществить своевременную коррекцию работы учащегося, что приводит к осознанному восприятию эвристических приемов.

Ключевые слова: эвристическое обучение стереометрии, коррекция знаний, авторская программа.

В последние годы в школьной практике обучения геометрии наблюдается значительное повышение интереса к эвристикам. Это связано с тем, что одной из основных задач современного образования является формирование разносторонне развитой, творческой личности, способной реализовать свой потенциал, как в собственных интересах, так и в интересах общества. При обучении с помощью эвристик можно овладеть определённым кругом методов и идей, выходящими за рамки учебной деятельности в школе, навыками исследовательской деятельности, умением самостоятельно добывать знания, творчески решать поставленные задачи.

Как отмечает Е. Е. Семенов, работа по выявлению эвристик сейчас, как правило, перекадывается на хрупкие плечи обучающихся. Естественно, только горстка «избранных» справляется с этой нелегкой задачей. Остальные испытывают растерянность, приобретают постоянное равнодушие и даже злобу к математике и обучению в целом [1]. По нашему мнению, исправить эту ситуацию можно, перейдя к эвристической системе обучения, изменив состав задач учебника, последовательность изучения теорем, используя эвристические методы в преподавании математики, создавая системы задач и обучающих компьютерных программ, позволяющих формировать у школьников приемы эвристической деятельности и развивать их творческое мышление.

При построении эвристической системы обучения А. В. Хуторской [2] выявил и объяснил противоречия, существующие в традиционном обучении. Они в основном связаны с установлением целей образовательной деятельности. Учителя ставят образовательные цели, которые обоснованы с точки зрения предмета, но по-разному понимаются и принимаются разными учениками, а некоторыми из них вообще не принимаются. Существует противоречие между установленными внешними целями и их индивидуальным видением со стороны учащихся.

Эвристическое обучение позволяет изменить эту ситуацию, сделать первостепенными те цели и задачи, которые ставят перед собой учащиеся. Роль учителя заключается в том, чтобы помогать учащимся в определении их целей и последующей поддержке их деятельности. В этом смысле эвристическое обучение сопровождающее, оно не умаляет ценности, но повышает значимость учителя, который из переводчика знаний становится организатором индивидуального образовательного движения учащихся.

Эвристическое обучение математике, введенное Е.И. Скафой, направлено на овладение обучающимися знаниями, учебными и эвристическими умениями по математике через конструирование своей образовательной траектории в изучении предмета, в процессе чего ученик приобретает опыт эвристической деятельности [3]. Цель эвристического обучения математике состоит в том, чтобы предоставить ученикам возможность творить знания, создавать образовательные продукты по математике в форме умения строить понятия и применять их, высказывать суждения и строить умозаключения, решать различные типы математических задач, а также внести свой вклад в процесс изменений личностных качеств ученика, развивающихся в учебном процессе [3].

Проанализировав научную и методическую литературу по проблеме исследования, на основании понятия эвристического обучения математике сформулируем определение эвристическому обучению стереометрии.

Эвристическое обучение стереометрии – это методическая система, в компоненты которой заложены как алгоритмические, так и эвристические составляющие, направленная на овладение знаниями, умениями и навыками по стереометрии, организованная посредством учебно-познавательной эвристической деятельности, в результате чего у обучающихся формируются эвристические приемы.

Традиционно методическая система обучения включает в себя следующие компоненты: цели, содержание, организационные формы, методы и средства обучения. В эвристическом обучении стереометрии цели дополняются формированием эвристических умений, содержание расширяется путем включения в него систем эвристических заданий, применяются более разнообразные формы обучения (эвристическая лекция, семинары по решению стереометрических задач, уроки-провокации и др.), к традиционным методам обучения стереометрии добавляются эвристические методы (геометрическое зрение, кейс-проекты, гипотез, мозговой штурм и др.), средствами обучения выбираются средства информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). В систему эвристического обучения стереометрии входят все составляющие учебного процесса, в том числе и организация коррекции знаний школьников, которой возможно управлять средствами ИКТ.

Целью статьи является описание авторской модели организации коррекции знаний обучающихся по стереометрии в системе эвристического обучения.

Коррекция знаний – процесс преобразования опыта обучающегося, позволяющий вывести его результаты обучения на более высокий уровень по сравнению с текущим состоянием. Цель этого процесса – совершенствование качеств знаний обучающихся, достижение соответствия между реальными знаниями и учебным потенциалом обучающегося [4]. На уровне учебного предмета, отмечает А.Н. Леонтьев, ликвидация пробелов в знаниях должна осуществляться как относительно целевого компонента его дидактической модели, так и относительно всего комплекса вспомогательных знаний – межнаучных, логических, методологических, межпредметных, историко-научных, оценочных и других [5]. Отметим, что предполагаемый результат коррекции знаний в учебном процессе носит субъективный характер и может быть определен как состояние сбалансированности между возможностями каждого обучающегося, определяемыми общей подготовкой и психологическими особенностями личности, и фактически полученными знаниями по каждому предмету.

Слабая разработка вопроса о коррекции знаний в педагогике связана, по-видимому, с представлениями о необходимости существенного дополнительного учебного времени на ее осуществление. Однако в системе эвристического обучения стереометрии с

применением средств информационно-коммуникационных технологий мы видим ресурс экономии времени для коррекции знаний.

Е. И. Скафой описаны методические основы создания и использования автоматизированной коррекции ошибок обучаемых при решении математических задач на основе использования словаря ошибок [6].

Для самостоятельной коррекции знаний у старшеклассников нами разработана программа коррекции ошибок по стереометрии (рис. 1).



Рисунок 1 – Титульная страница программы коррекции ошибок

Для каждой темы составлен список закодированных ошибок, коррекцию которых может выполнить ученик. При проверке работы ученика учитель может отметить код возле соответствующей ошибки (рис 2).

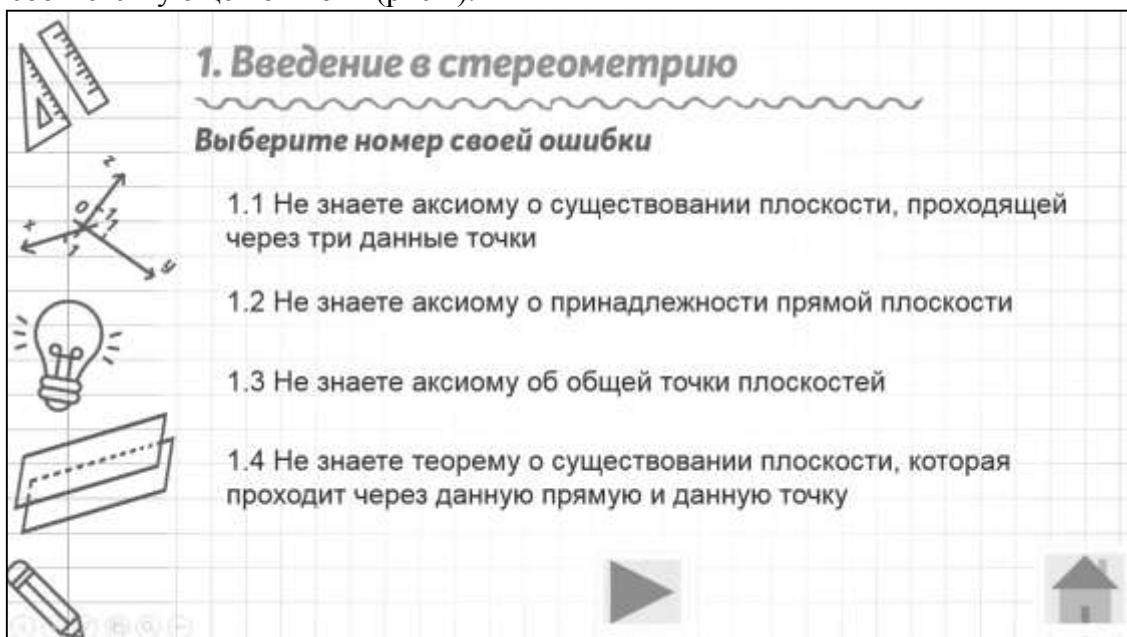


Рисунок 2 – Закодированные ошибки в программе коррекции ошибок

После этого ученик, выбрав свою ошибку, может самостоятельно проработать необходимый материал. Для каждой ошибки нами разработана отдельная страница

программы, которая содержит: краткий теоретический материал; наглядные примеры; задачи с последующим решением.

В качестве примера на рисунке 3 приведен разбор ошибки, связанной с незнанием теоремы о существовании плоскости, проходящей через данную прямую и данную точку.



Рисунок 3 – Пример разбора ошибки

После того, как ученик повторит теоретический материал, ему будет предложена задача, основанная на использовании этой теоремы (рис. 4).

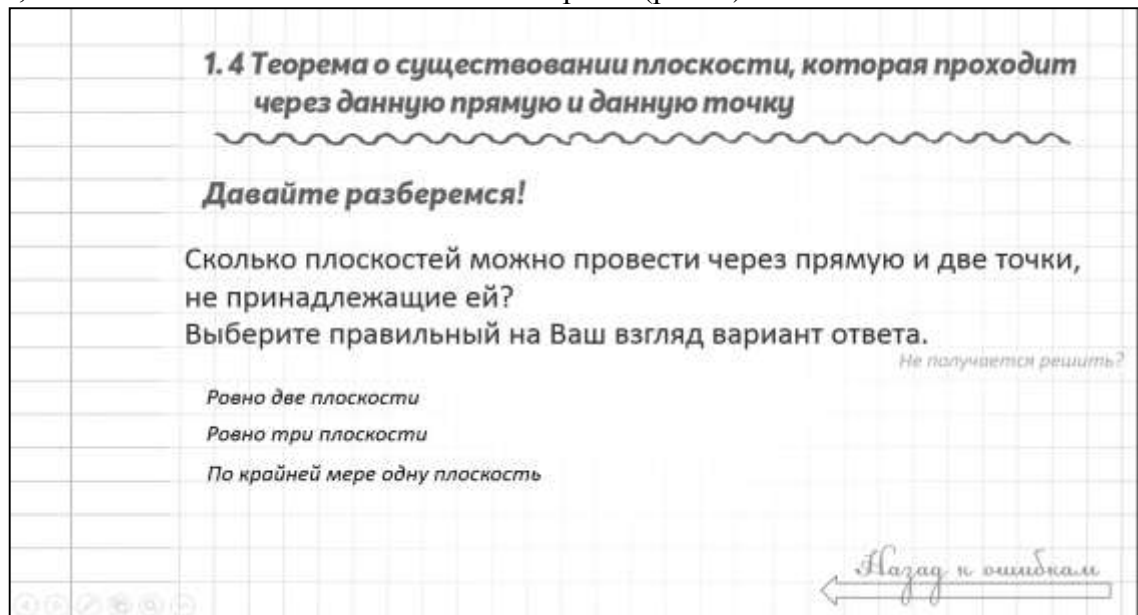


Рисунок 4 – Пример задачи

Найдя правильный ответ, ученик может посмотреть решение предложенной ему задачи (рис. 5).

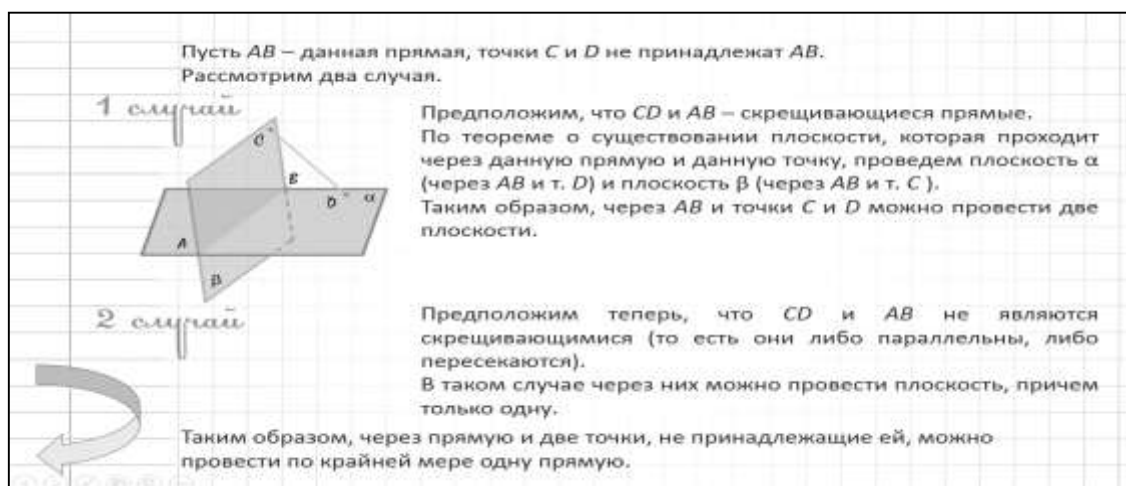


Рисунок 5 – Решение задачи

Таким образом, разработанная программа коррекции ошибок для самостоятельной работы учащихся при решении задач по стереометрии позволяет обеспечить индивидуальный подход к обучению при работе над ошибками, осуществить процесс управления самостоятельной учебной деятельностью учащихся, осуществить своевременную коррекцию своих знаний, что приводит к осознанному приобретению опыта эвристической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов Е.Е. Размышления об эвристиках / Е.Е.Семенов // Математика в школе. – 1995. – № 5. – С.39-43.
2. Хуторской А.В. Педагогика. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / А.В.Хуторской. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 608 с.
3. Скафа Е.И. Технологии эвристического обучения математике: учебное пособие / Е.И. Скафа, И.В. Гончарова, Ю.В. Абраменкова. – 2-е изд. испр. и доп. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 220 с.
4. Скафа Е.И. Методика обучения математике в школе. Общая методика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.И Скафа; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – Донецк : ДонНУ, 2020. – Электронные данные (1 файл).
5. Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии / А.Н.Леонтьев. – Москва : Смысл, 2002. – 511 с.
6. Скафа Е.И. Автоматизация рецензирования решения математических задач : Геометрия 7-11 / Е.И.Скафа, Е.В.Власенко, Л.Я.Федченко. – Донецк : Фирма ТЕАН, 2004. – 76 с.

ORGANIZATION OF THE PROCESS OF CORRECTION OF KNOWLEDGE OF PUPILS IN THE SYSTEM OF HEURISTIC EDUCATION OF STEREOOMETRY

Annotation. The paper considers heuristic teaching of stereometry. The main attention is paid to correcting the knowledge of schoolchildren with the help of an author's computer program, which allows for an individual approach to learning when working on errors, the process of managing students' independent learning activities, timely correction of student work, which leads to a conscious perception of heuristic techniques.

Key words: heuristic teaching of stereometry, knowledge correction, author's program.

Klepikova A.D.

Scientific adviser: Doctor of Pedagogical Sciences, prof. Skafa E.I.

Donetsk National University

E-mail: cosmiclyricist@gmail.com

УДК: 004.315.7:371(072)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭВРИСТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ ВЕКТОРАМ В СИСТЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ

Черkez А.С.

*Научный руководитель: Скафа Е.И. д.пед.н., профессор
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»*

Аннотация. В этой работе была описана возможность введения системы эвристического обучения векторам в практику работы образовательных организаций среднего общего образования, разработаны методические требования к эвристическому обучению векторам, способствующие формированию эвристических умений школьников.

Ключевые слова: векторный аппарат, методическая система эвристического обучения векторам, методические требования.

Изучением векторного аппарата в разные периоды времени занимались многие ученые-физики, математики и методисты. В настоящее время существует несколько подходов к определению понятию вектора, определены операции с векторами, очерчен круг задач, решаемых векторным методом, выделены умения, входящие в состав векторного аппарата. Разработаны частные методики по обучению учащихся векторам. Все они основаны на идее основного назначения векторов – использования алгебраического аппарата для решения геометрических задач. Но модернизация общеобразовательной школы предполагает ориентацию образования не только на усвоение обучающимся определенного багажа знаний, но и на развитие его личности, его познавательных и творческих способностей, декларируется необходимость формирования целостной системы универсальных знаний, умений, навыков, а также опыта самостоятельной деятельности и личной ответственности. Отмеченные качества достижимы в условиях эвристического обучения.

На основе глубокого исследования вопросов, связанных с возможностью применения векторного аппарата в науке, технике, образовании была изучена возможность введения системы эвристического обучения векторам в практику работы образовательных организаций среднего общего образования и разработана методическая система эвристического обучения векторам, способствующая формированию эвристических умений школьников, включающая цели, содержание, организационные формы, методы и средства, дополненная компонентами, направленными на формирование эвристических умений обучающихся.

Методическая система эвристического обучения математике построена Е.И. Скафой [1]. Целью такого обучения является предоставление ученикам возможности творить знание, создавать образовательную продукцию по математике в виде умения строить понятия и применять их, выражать суждения и строить умозаключения, решать разнообразные математические задачи, а также способствовать процессу изменения личностных качеств ученика.

Именно такая система обучения, на наш взгляд, является наиболее благоприятной для внедрения ее в профильных классах старшей школы.

Для организации процесса эвристического обучения векторному аппарату нами спроектированы структурные элементы и составлены методические требования к их использованию.

Цели обучения. В системе эвристического обучения векторам у учащихся должны быть сформированы учебные умения. Их предлагаем дополнить эвристическими умениями, формирование которых проходит в процессе организации эвристической деятельности на уроках по соответствующей теме. Например, при переходе к понятию вектора в стереометрии можно предложить обучающимся самостоятельно записать формулу для нахождения угла между тремя векторами. Таким образом, у учеников могут быть сформированы следующие эвристические умения: анализировать условие задачи; использовать аналогию; обобщать метод рассуждения; индуктивно строить гипотезы, высказывать разумные догадки; последовательно сводить заданный в условии задачи объект к требуемому.

Также, помимо формирования у учеников эвристических умений, нужно уделить внимание овладению универсальными эвристическими приемами, способствующими развитию творческих способностей учащихся на уроках геометрии. К ним относим: исследование данных задачи, т.е. ознакомление с составом элементов, установление элементов, установление функциональных связей между элементами, установление конфликта - всесторонний анализ ситуации; создание чертежа, введение обозначений и переформулировка задачи; развертывание определений (заменить термины их определениями); решение задачи от конца к началу; применение аналогичных, вспомогательных задач (частных или общих задач); введение вспомогательных элементов (неизвестных, более близких к искомому); обследование ситуации, когда цель не достигнута; выполнение новых попыток в том же составе.

Четко структурированная база эвристических приемов помогает успешно использовать их при решении геометрических задач. Общие эвристические приемы, используемые на уроках геометрии, конкретизируются в специальные, а те в свою очередь – в частные эвристические приемы.

Сформированные эвристические приемы у обучающихся переходят в развитые эвристические умения. Подобные умения формируются в процессе решения эвристических задач и их систем, которыми мы дополняем содержание.

Содержание эвристического обучения векторам. К содержанию обучения относят теории, факты, понятия, суждения, изучаемые в данной предметной области. Содержание традиционно задается в примерной образовательной программе по геометрии [2]. К нему также относят и задачи, с помощью которых раскрывается теория по данному разделу. В данном случае эти задачи являются средством обучения.

В системе эвристического обучения математике вводится понятие *эвристической задачи*, под которой понимают нестандартную задачу, в процессе поиска решения которой обучающийся попадает в ситуацию проявления своих эвристических позиций [3]. Эвристические задачи, отмечает Е.И.Скафа, образуют систему, которая способствует процессу управления эвристической деятельностью учащихся, в основе построения которой лежит набор общих и специальных эвристик [4].

Например, по теме «Векторы на плоскости» можно предложить следующую систему эвристических заданий:

1. Автомобиль движется со скоростью 80 км/ч. Через какое время он встретится с грузовиком, скорость которого 60 км/ч? Ответ обоснуйте.
2. Ознакомившись с понятием вектор, переведите на язык векторов условие алгебраической задачи: велосипедист выехал из села по трассе в направлении города, а в это время по параллельной дороге из города в село движется автомобиль.
3. Какой знак скалярного произведения векторов, если угол между ними: а) острый; б) тупой. Проверьте обратное утверждение.

4. Найдите острый угол между медианами равнобедренного прямоугольного треугольника, проведенного из вершин его острых углов.

5. Докажите теорему Пифагора с помощью векторов.

Организация и управление формированием учебно-познавательной эвристической деятельностью учеников в эвристическом обучении векторному аппарату невозможны без использования разных форм организации обучения.

Организационные формы обучения. Основной формой организации учебно-воспитательного процесса в школе является урок. Уроки могут быть разделены на типы по разным признакам. Этим объясняется, как отмечает С.Г. Манвелов [5], существование многочисленных типов уроков. Основываясь на классификации предложенной С.Г. Манвеловым, в эвристическом обучении математике учащихся мы предлагаем особое внимание уделять таким типам уроков: урок ознакомления с новым материалом; урок закрепления изученного; урок применения знаний и умений; урок обобщения систематизации и обобщения знаний; урок проверки и коррекции знаний и умений; комбинированный урок; урок-лекция; урок-семинар; урок-зачет; урок-практикум; урок-дискуссия; урок-консультация; интегрированный урок; урок-соревнование; урок с дидактической игрой; урок-деловая игра.

Такие уроки, особенно на этапе обобщения и систематизации знаний учащихся, активизируют школьников, показывают связь математики с другими науками.

Кроме уроков математики к организационным формам обучения относится и внеклассная работа. В системе эвристического обучения особое значение имеют факультативные, элективные занятия с эвристическими составляющими [6]. Мы предлагаем введение в учебный процесс элективного курса «Применение векторов на основе эвристического подхода». Интеграция математических и физических знаний происходит благодаря большим возможностям моделирования геометрических объектов и отношений между ними с помощью описания их средствами векторной алгебры.

Методы обучения. В методике обучения математике традиционными считаются такие методы обучения: объяснительно-иллюстративный; репродуктивный; проблемное изложение; частично-поисковый, или эвристическая беседа; исследовательский [7].

Различны они характером познавательной деятельности, осуществляемой учащимися при усвоении различных видов содержания, и характером деятельности учителя, организующего эту разнообразную деятельность обучаемых.

В эвристическом обучении существуют и специальные для него методы. Например, А.В. Хуторской [8] выделяет такие эвристические методы:

1) когнитивные методы: метод эвристического наблюдения, метод гипотез, метод прогнозирования, метод ошибок;

2) креативные методы: метод придумывания, метод «мозгового штурма», метод синектики, метод морфологического ящика, метод инверсии;

3) методы организации обучения: метод эвристического исследователя, метод самоорганизации обучения, метод рецензий и метод проектов.

В эвристическом обучении векторам мы предлагаем использовать следующие методы: метод вживания; метод эвристического наблюдения; метод сравнения; метод эвристического исследования; метод конструирования правил (теорий); метод гипотез; метод ошибок; метод придумывания; «мозговой штурм»; метод синектики; метод морфологического ящика; метод обобщения.

Средства эвристического обучения. К средствам обучения относят печатные и электронные ресурсы, применяемые в учебном процессе. В системе эвристического обучения математике наиболее востребованы современные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) (совокупность методов, производственных

процессов и программно-технических средств, интегрированных с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования информации в интересах ее пользователей) [4].

В процессе обучения математике ИКТ позволяют: дать наглядную геометрическую интерпретацию абстрактных понятий на основе использования информационных моделей в обучении для выяснения логической структуры понятий и осмысления функциональных связей, вследствие чего повышается научно-теоретический уровень преподавания математики; расширить круг задач и упражнений благодаря тому, что учитель может исключить из контекста обучения все вопросы, связанные со сложностью вычислений, построения графиков, апробацией данных; сформировать глубокие и прочные знания учащихся на основе сознательного усвоения учебного материала; эффективно использовать соединение разных форм и методов обучения (учебные исследовательские работы на основе компьютерных экспериментов), ознакомление с научными методами познания; усилить мотивацию, активизировать учебно-познавательную эвристическую деятельность, сформировать эвристические умения, развить интуицию и творческие способности учащихся; предоставить учителю возможность использования разных методик для разных групп учащихся на основе дифференциации и индивидуализации обучения; успешно проводить работу по координированию знаний и умений учеников, формировать и развивать умственные действия и основные составляющие интеллекта [4].

При обучении содержательной линии «Координаты и векторы» предлагаем использовать авторский электронный эвристический тренажер, состоящий из разделов: «Применение векторного аппарата (мотивация к обучению)»; «Коррекция знаний (повторение изученного)»; «Тесты актуализации знаний обучающихся (на плоскости и в пространстве)»; «Эвристики в решении задач».

Таким образом, построенная методическая система обучения векторам и координатам позволяет не только организовать эвристическую деятельность обучающихся для более глубокого осознания учебного материала, но и с помощью эвристических приемов сформировать умения осуществлять целенаправленный поиск решения нестандартной задачи.

В дальнейшем перспективы работы состоят в создании научно обоснованной методической системы эвристического обучения курса геометрии в системе математического образования школьников, развивающей их эвристические умения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скафа Е.И. Эвристическое обучение математике : теория, методика, технология. Монография / Е.И. Скафа. – Донецк : ДонНУ, 2004. – 440с.
2. Геометрия : 7-9 кл. : программа для общеобразоват. организаций / сост. Скафа Е.И., Федченко Л.Я., Полищук И.В.; ДРИДПО. – 4-е изд. – Донецк : Истоки, 2019. – 40 с.
3. Скафа Е.И. Методологический подход к пониманию роли эвристической задачи в математическом образовании школьников / Е.И.Скафа, М.В.Дрозд // Дидактика математики : проблемы и исследования : Междунар. сборн. науч. работ. – Донецк, 2017. – Вып. 46. – С.15-20.
4. Скафа Е.И. Технологии эвристического обучения математике : учебное пособие. 2-е изд / Е.И. Скафа, И.В. Гончарова, Ю.В. Абраменкова. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 220 с.
5. Манвелов С.Г. Современный урок математики : основы творческой разработки и методики проведения / С.Г.Манвелов // Приложение «Математика» к газете «Первое сентября». – 1997. – № 11, 13, 19.
6. Скафа Е.И. Эвристическое обучение математике как методическая система развития личности учащегося / Е.И.Скафа // Актуальные проблемы математического образования в школе и вузе : материалы IX Междунар. научно-практ. конф., г. Барнаул, 17-18 октября 2017 года. – Барнаул : АлтГПУ, 2017. – С. 235-241.

7. Саранцев Г. И. Методика обучения математике в средней школе: учеб. пособие для студентов мат. спец. пед. вузов и ун-тов / Г.И. Саранцев. – Москва : Просвещение, 2002. – 224 с.
8. Хуторской А.В. Современная дидактика : учебник для вузов / А. В. Хуторской. – Санкт-Петербург : Питер, 2017. – 720 с.

METHODICAL REQUIREMENTS FOR HEURISTIC TEACHING VECTORS IN THE SYSTEM OF MATHEMATICAL PREPARATION OF SCHOOLCHILDREN

Annotation. In this work, the possibility of introducing a system of heuristic training in vectors into the practice of educational institutions of secondary general education was studied, methodological requirements for heuristic training in vectors were developed that contribute to the formation of heuristic skills of students.

Keywords: vector apparatus, methodical system of heuristic training in vectors, methodological requirements.

Cherkez A.S.

Scientific adviser: Skafa E.I. Doctor of Pedagogical Sciences, professor

Donetsk National University

E-mail: cherkez.antonina@mail.ru

УДК 519.25

КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Шницар И.Н.

**Научный руководитель: Жмыхова Т.В., к.ф.-м.н., доцент
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»**

Аннотация. В данной работе были сформулированы выводы о целесообразности применения методов непараметрической статистики для анализа строительной деятельности на территории Российской Федерации, опирающиеся на проведенные статистические расчеты и процедуры. Значимость полученных результатов заключается в использовании методов непараметрической статистики для анализа данных о выполнении строительной деятельности, позволяющие осуществлять планирование с целью уменьшения финансовых вложений, что не повлияет на качественные характеристики.

Ключевые слова: классическая статистика, непараметрические критерии, однородность, строительство.

Вступление. Статистика строительства является отраслью экономической статистики, которая изучает количественные стороны явлений и процессов социально-экономического характера в области строительного производства и связанных с капитальными вложениями в строительство, модернизацию, расширение, техническое переоснащение основных фондов при конкретных условиях времени и места, для определения свойственных данным явлениям закономерностей и тенденций развития.

Строительная отрасль, не смотря на экономические трудности, долгое время является одной из самых стабильных и динамичных отраслей в российской экономике. Для анализа статистических данных зачастую используют современные статистические методы, к которым относится непараметрика.

Изучением методов прикладной статистики занимались такие зарубежные ученые, как Гиббонс Дж. [1], Гессе К. А. [2], Вассерман Л. [3] и др. Однако в большинстве случаев исследования вышеперечисленных авторов имеют теоретический характер и не всегда применимы на практике.

При классическом методе [4] исследования предполагается, что рассматриваемое теоретическое распределение принадлежит какому-либо определенному семейству функций, зависящему от конечного числа параметров. По результатам наблюдений можно оценивать неизвестные параметры и проверять те или иные гипотезы относительно их значений.

При исследовании реальной статистики не всегда корректно априорное предположение о принадлежности данных к стандартным видам функции распределения. К тому же, предположение может быть ошибочным, что может привести к неверным выводам, или данных может не хватать для построения параметрической модели. Таким образом, возникает необходимость в использовании непараметрических методов. Непараметрические методы оценивания [5] используют только выборку и не требуют никаких априорных предположений или каких-либо специальных условий, что является несомненным плюсом непараметрического подхода перед параметрическим.

Целью данного исследования является проведение статистического анализа строительной отрасли Российской Федерации с использованием методов классической и современной статистики для оценки состояния и уровня развития, динамики отрасли.

Основная часть. Зачастую при составлении годовых отчетностей приходится иметь дело с выборками наблюдений случайной величины, имеющими неравномерное распределение в пространстве наблюдений, подобный фактор ограничивает применение большинства параметрических критериев. В такой ситуации целесообразно применять методы непараметрической статистики.

Проанализируем статистику округов Российской Федерации по строительной деятельности за 19 лет на наличие связей, применяя методы непараметрической статистики. Для реализации поставленной задачи, в пакете IBM SPSS Statistics, используем критерии Манна – Уитни (Рисунок 1) и Колмогорова – Смирнова (Рисунок 2), при этом для достоверности полученных результатов в обоих случаях статистические выборки были скорректированы на наличие связей.

Исходя из результатов, полученных двумя статистическими критериями, делаем вывод, что нулевые гипотезы об однородности показателей строительной деятельности одинаковы для Приволжского и Сибирского федеральных округов РФ (Таблица 1).

Таблица 1. Итоги проверки Приволжского и Сибирского федеральных округов

Итоги по проверке гипотезы				
	Нулевая гипотеза	Критерий	Значимость	Решение
1	Распределение является одинаковым для категорий Федеральных округов РФ.	Критерий U Манна-Уитни для независимых выборок	0,758	Нулевая гипотеза отклоняется.
2		Критерий Колмогорова-Смирнова для независимых выборок	,000	Нулевая гипотеза отклоняется.
Выводятся асимптотические значимости. Уровень значимости равен ,05.				

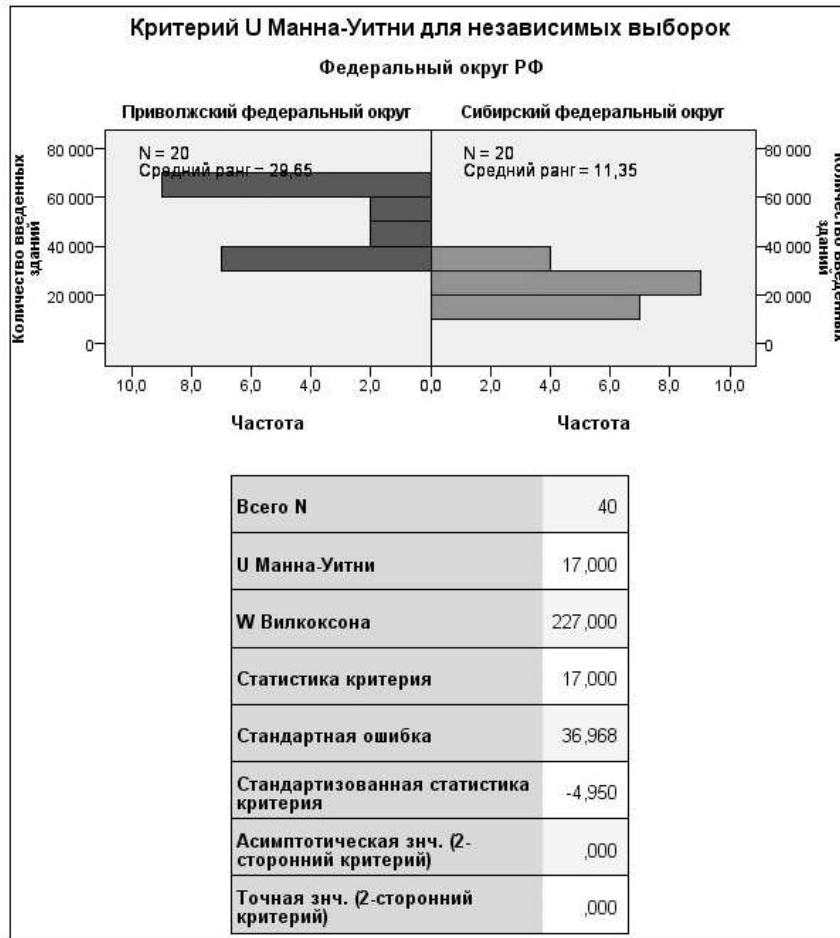


Рисунок 1. Критерий Манна – Уитни



Рисунок 2. Критерий Колмогорова – Смирнова

Таким образом, преимущество методов современной статистики перед классической [6] заключается в том, что в непараметрических постановках выдвигается единственное требование: чтобы функции распределения являлись непрерывными, а в случае с параметрическими, на данные накладываются весьма жесткие требования – функции распределения должны относиться к определенному параметрическому семейству функций, зависящему от конечного числа параметров, что возможно только при исследовании теоретического распределения.

Выводы. В процессе выполнения научной работы было проведено ознакомление с основными историческими этапами становления прикладной математической статистики. Таким образом, в ходе исследования было выяснено, что этап развития классической статистики, основанный на предположении о нормальности распределения, приходит на начало XX в., а ее главная проблема заключается в ограниченности практического применения, ввиду невозможности подчинения исследуемой статистики каким-либо параметрическим семействам.

Решение указанной проблемы заключается в использовании современных непараметрических методов, позволяющих провести статистический анализ с n -м числом данных, затратив минимальное количество времени на расчеты без потери качества полученных результатов и избежав значительных ошибок. Подобные действия позволили получить конечный результат, значение которого максимально приближено к реальным условиям.

Применяя навыки статистического анализа для исследования реальной статистики строительной деятельности РФ, взятой из [7], было выявлено, что динамика показателей отрасли строительства имеет нестабильный характер: наблюдается снижение темпов роста объема работ, снижение темпов роста в отрасли жилищного строительства, высокие темпы снижения реконструкции и строительства объектов социально-культурного назначения. Вместе с тем следует подчеркнуть, что основные проблемы развития строительной отрасли связаны с низкой активностью появления частных строительных организаций, уменьшением инвестиций в строительные объекты, а также отсутствием возможностей реализации социальных проектов с долгим сроком окупаемости для частного бизнеса.

Проведен статистический анализ данных по строительной деятельности за 19 лет на территории Российской Федерации. Применение совокупности методов современной непараметрической статистики позволило определить, что сравниваемые показатели Приволжского и Сибирского федеральных округов РФ в период с 1999 – 2018 гг. дал результаты, не противоречащие друг другу, т.е. в обоих случаях нулевая гипотеза отклоняется: не имеет существенных различий между собой [8].

Практическая реализация исследования искомой статистики методами параметрической статистики отсутствует в связи с невозможностью их применения ввиду несоответствия с имеющимися требованиями критериев.

На основе полученных результатов получен вывод о целесообразности современных методов статистики.

На основании проведенного статистического анализа в данной работе были сформированы навыки научных представлений в области математической статистики, раскрыта сущность и механизмы одного из разделов современной математической статистики – непараметрики, что может стать направлением для проведения дальнейших научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gibbons J. Nonparametric Statistical Inference. 4th Ed. – New York: Marcel Dekker, 2003. – 646 p.
2. Hesse C.A. Introduction to nonparametric statistical methods. – Accra: Akrong Publications Limited, 2017. – 213 p.
3. Wasserman L. All of Nonparametric Statistics. – New York: Springer, 2007. – 270 p
4. Шуленин В.П. Математическая статистика. Параметрическая статистика. – Томск: Изд-во НТЛ, 2012. – 540 с.
5. Шуленин В.П. Математическая статистика. Непараметрическая статистика. – Томск: Изд-во НТЛ, 2012. – 388 с.
6. Шницар И.Н. Переход от параметрической к непараметрической статистики: Обоснование целесообразности // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. – 2019. – Т.1: Естественные науки. – №11. – С. 125-129.
7. Федеральная государственная служба статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru> (дата обращения: 20.01.21.)
8. Шницар И.Н. Непараметрические методы проверки статистических гипотез // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. – 2020. – Т.1: Естественные науки. – №12. – С. 196-200.

THE CLASSICAL AND MODERN METHODS OF STATISTICAL RESEARCH IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Annotation. In that work the conclusions based on statistical calculations and procedures on the appropriateness of using non-parametric statistics methods for the analysis of construction activities in the Russian Federation were drawn. The significance of the obtained results lies in the nonparametric statistics methods use to analyze data on the implementation of construction activities that will allow to plan further actions in order to reduce financial investments, which will not affect the quality characteristics.

Keywords: classic statistics, non-parametric test, uniform quality, construction industry.

Shnitsar I.N.

Scientific adviser: Zhmykhova T.V., Ph.D., associate professor

Donetsk National University

E-mail: irina.shnitsar@gmail.com

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Вестник студенческого научного общества
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
2021. – Вып. 13**

**Том 1
Естественные науки**

Оригинал-макет подготовлен *А.А. Торба*

Подписано в печать 29.03.2021 г.
Формат 60×84/8. Бумага офисная.
Печать – цифровая. Усл.-печ. л. 25,07

Издательство ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.
Свидетельство о внесении субъекта
издательской деятельности в Государственный реестр
серия ДК № 1854 от 24.06.2004 г.