

С.В. Беспалова, В.А. Максимович
БИОФИЗИКА В НОВОЙ ЭПОХЕ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: biophys@dongu.donetsk.ua

Беспалова С.В., Максимович В.А. Биофизика в новой эпохе. – Рассматривается переход к изучению сверхсложных информационных систем. Приводятся четыре основных направления предстоящих научных поисков. Охарактеризована государственная Программа создания инновационных технологий.

Ключевые слова: сверхсложные информационные системы, инновационные технологии.

Человечество вступило в постиндустриальную эпоху, именуемую интеллектуалами по главному отличительному признаку информационной. Экспансия информационных устройств и языков общения с ними быстра и безгранична.

Одновременно происходило, происходит и неотвратно будет происходить усложнение деятельности человека и его взаимодействий с миром. Объяснение очевидное: постепенно человек избавляется от простых операций и решений, которые поддаются изобретателям и ученым. Их вымывание из множества ведет к повышению концентрации все более и более сложных.

Можно уверенно утверждать, что человечество идет в суперсложный информационный мир.

Наука, прежде всего, биофизика, вынуждена пересмотреть свои приоритеты, и с учетом особенностей наступающей эпохи, переформировать свои авангарды.

На наш взгляд, главными будут следующие проблемные направления:

1) получение фундаментальных знаний о функционировании сверхсложных систем, таких как живой организм, популяция, биотическое сообщество, социум, психика;

2) исследование закономерностей и модельное описание само- и гетероуправления функционирования сверхсложных систем с разным удалением от оптимума;

3) исследование закономерностей и модельное описание всех видов взаимодействия сверхсложных систем;

4) сценарии генеза и финиширования экологических возмущений, включая информационные перегрузки и все виды биоэкологических взаимодействий.

Сформулированные проблемы, по нашему мнению, не игнорируют, а включают существующие, но на более глубоком и расширенном уровне, основываются на всей экспериментальной базе биофизических, физиологических, биохимических и других исследований процессов.

Как видно, в сформулированных проблемах речь идет о сверхсложных системах и тем самым они отграничиваются от сложных систем. Конечно, граница между сложными и сверхсложными системами не такая уж четкая, размытая, как сейчас говорят, каждое из этих множеств (сложное и сверхсложное) относятся к нечетким множествам по классификации Лотфи Заде.

Скажем очень кратко об итогах изучения сложных систем.

Интенсивное развитие физических методов исследования биологических систем определило прогресс в биологии и медицине. На рис. 1 даны изображения вируса ВИЧ, полученного с помощью атомного силового микроскопа с разрешением порядка десяти нм, то есть размера десятка атомов.

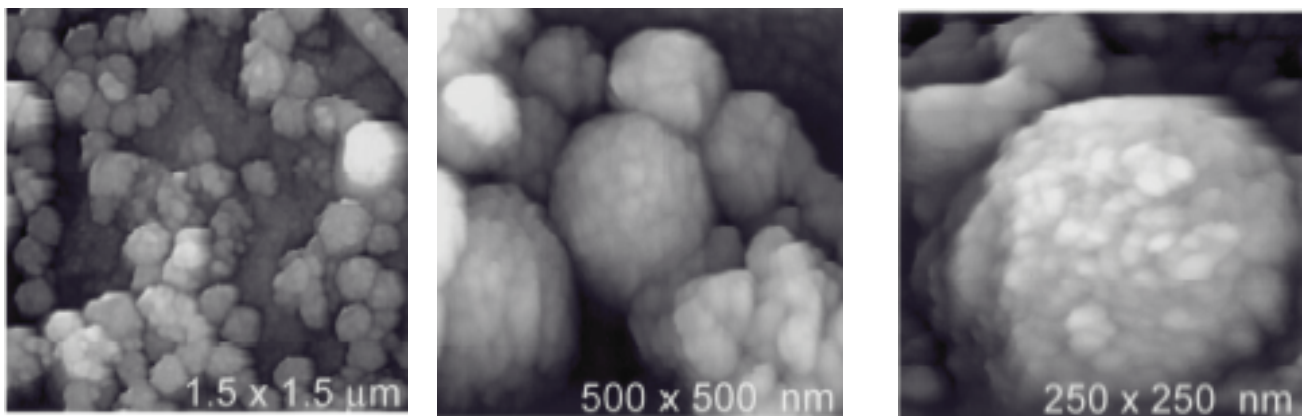


Рис. 1. Изображение вируса ВИЧ, полученного с помощью атомного силового микроскопа

Прогресс в производстве совершенных наночастиц (в том числе магнитных) позволил на практике реализовать магнитно нацеленную доставку лекарств к определенному органу.

Результаты экспериментального и теоретического изучения сложных систем воплотились в протезирование конечностей и органов чувств (зрения, слуха и др.), в искусственное сердце, почки и другие внутренние органы; в биотехнологии, например, с использованием стволовых клеток, в разнообразные роботы и другие устройства с искусственным интеллектом, нанобиотехнологии и прочее.

Но прежде чем все это было изобретено, были раскрыты соответствующие биофизические закономерности. На их основе были и еще будут созданы многочисленные устройства и системы, которых не было в природе или они лишь отдаленно напоминают природные, как скажем, в бионике.

В свое время между СССР и США шло негласное и гласное соревнование в этом направлении, такое же, как и в космосе. На определенном этапе ученые обеих стран сделали попытки свести вместе и согласовать указанные сложные системы в сверхсложные.

В каждой такой сверхсложной системе, объединенной из сложных систем, просматривалось в совокупности до 1000 физиологических переменных.

Однако по состоянию на конец прошедшей эпохи этот проект и в США, и в СССР не завершился успехом. Сложные системы, которые каждая в отдельности (сердце, легкие, почки и т.д.) функционировали нормально, при объединении в сверхсложную *не синергировали*, отсутствовала их согласованность.

Собственно сверхсложная система не состоялась, ее не получилось. Особенно это проявилось при нагрузках, при возмущениях, даже не агрессивных. Последнее вызвало пессимизм к возможности создания самосогласованной системы, тем более к прогнозной.

Сейчас мы должны исправить положение, подхватить эстафету и понести ее дальше, тем более что движение по этому пути сулит не только научные, но многообразные практические результаты.

Приведем лишь один пример, относящийся к взаимодействию сверхсложных систем

На рис. 2 представлен пример из нашей научно-практической и образовательной Программы "Разработка комплекса биологических технологий диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния техногенного региона" [1]. Как видно, с помощью одной сложной системы мы можем диагностировать состояние другой. Можно создать также вполне инновационные технологии, когда одна система будет улучшать деятельность другой, то есть фактически управлять ее состоянием. Возможно превентивное, профилактическое применение.

И всему этому отдельные эмпирические примеры в мире есть. Так, биологическими способами сделали Рейн (нем. *рейн – чистый*) действительно чистым. Успех биофизики очевиден.

Из рис. 2 видно, что только по экологическому направлению можно ожидать 84 принципиально новых биофизических технологий. Если "запустить" все предложенные нами направления, объединить их в Программу, то мы вправе ожидать даже не сотни, а тысячи новых технологий, подчеркнём, биофизических технологий.

Мы уверены, что среди них будут очень рентабельные. Правда, довести до рентабельности, воплотить их в жизнь задача не совсем легкая, но в рыночном обществе специалисты найдутся, были бы технологии.

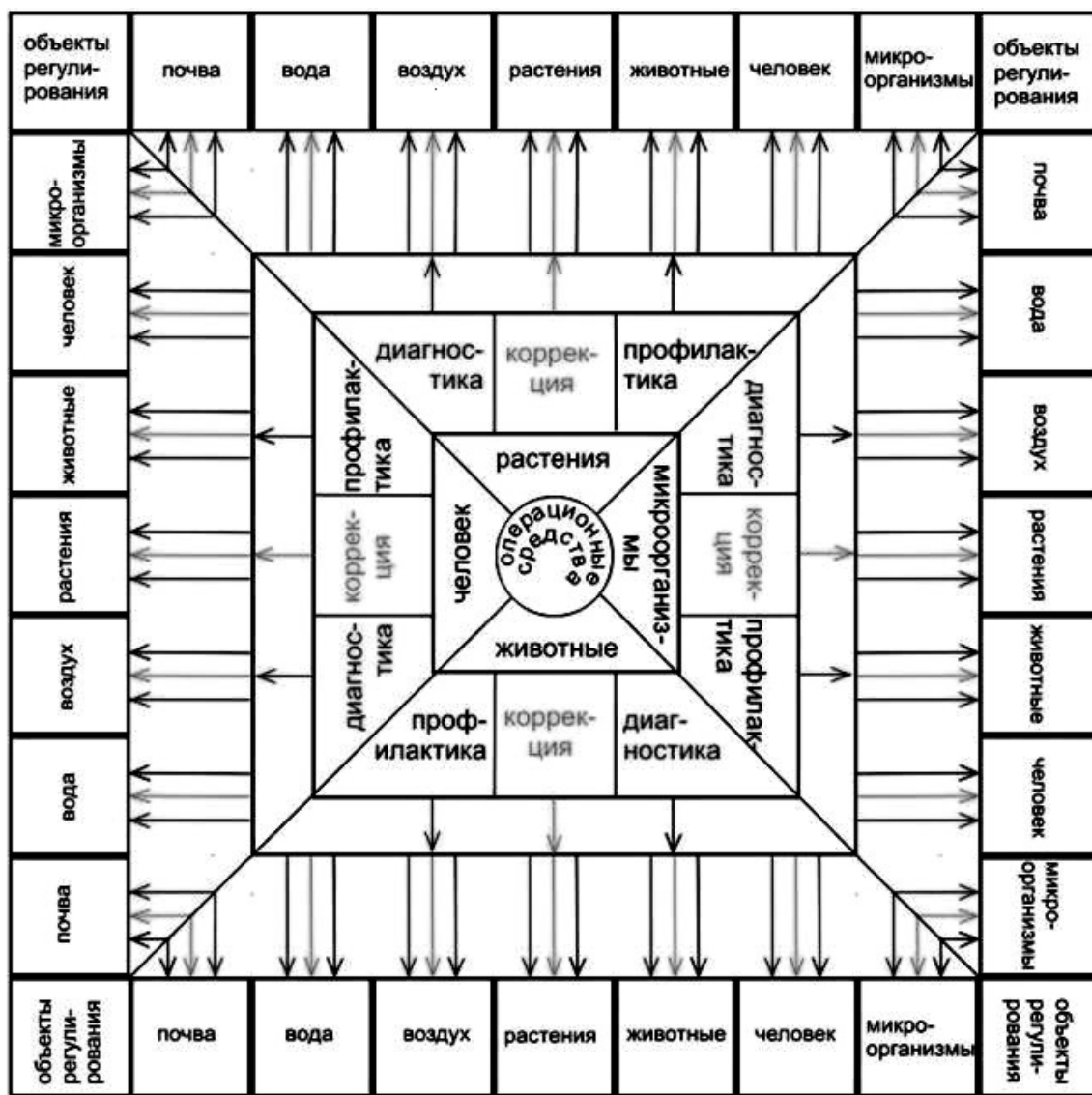


Рис. 2. Ожидаемые инновационные технологии

В основе любой технологии лежат фундаментальные знания и понимание закономерностей на микроуровне.

Совершенно особую роль в сложных и сверхсложных биосистемах играют водородные связи.

Их универсальность проявляется во всех категориях: структуре и свойствах живых организмов, в их форме и, особенно, в реализации процессов.

Они лежат в основе *формирования биосистем и сверхсложных систем*. Не кремниевые, не углеродные, не другие, а – водородные.

Динамичность водородных связей обеспечивает лабильность (подвижность) биологических структур при реализации их разнообразных функций. Главным образом,

энергетической в ее связи с механикой и преобразованием энергии стимулов в психоакты типа ощущений и восприятий.

Напомним роль водородных связей, причем в следующей последовательности: от возникновения жизни, далее – в функционировании, и – до старения.

В поиске планет пригодных для жизни на первое место ученые ставят наличие воды. По-видимому, точнее было бы с точки зрения биофизики определить – наличие водородных связей как универсального свойства для жизни, для ее возникновения и фундамента для развития. И в них объяснение необычных свойств воды и водного состава живого.

Н-связи удерживают пары оснований в ДНК и обеспечивают устойчивость ее структуры в виде двойной спирали. Они ответственны за сохранение и передачу наследственной информации (рис. 3).

Они также определяют и пространственную структуру белков, и их функции.

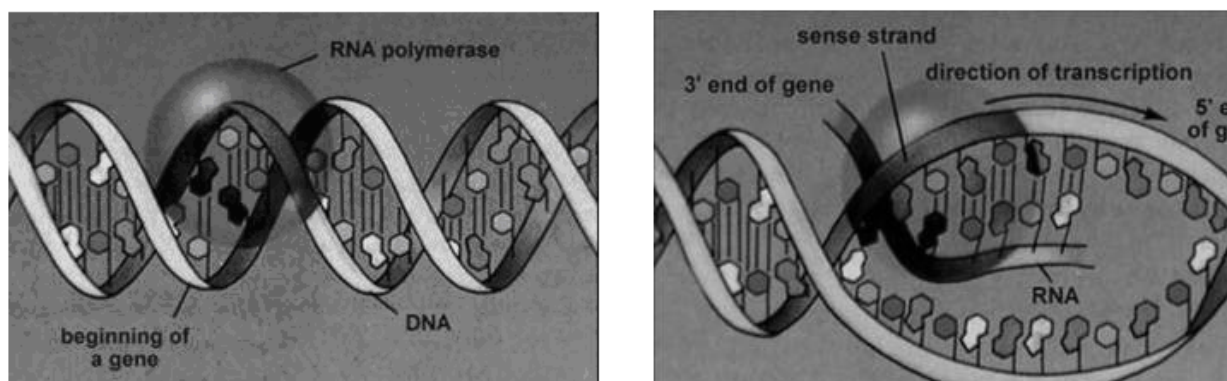


Рис. 3. Функциональная роль водородных связей

Модель возбуждения водородной связи при распаде АТФ

Протон Н-связи является акцептором порции энергии АТФ (рис. 4) [2]. Возбуждение Н-связи – возможный универсальный первичный физический механизм механохимического преобразования энергии в живых системах [3-4].

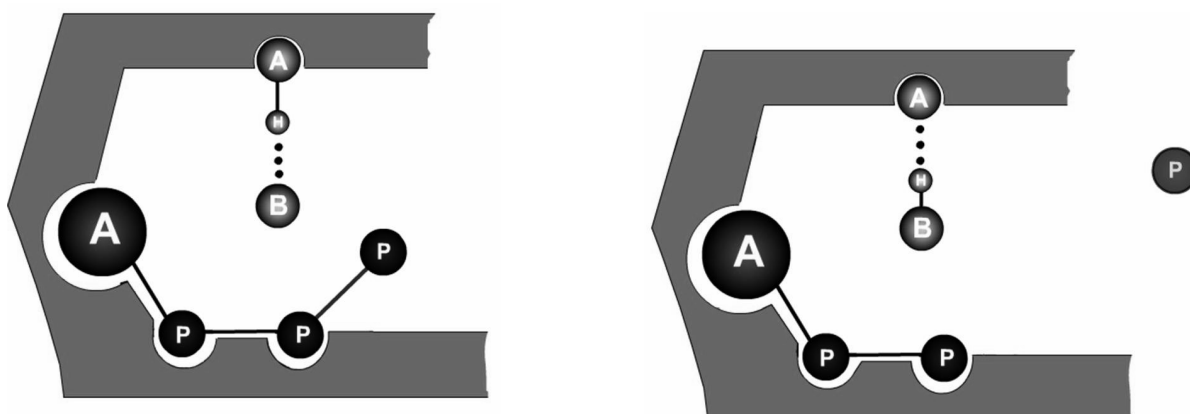


Рис. 4. Водородные связи в реализации биоэнергетических процессов

Н-связи обеспечивают передачу энергии и информации в биомолекулярных системах [5].

Н-связи порождают дальнедействующие силы, вызывают изменения конформаций макромолекул и их перемещение [6-7]. Реализуют различные формы биологической подвижности (рис. 5).

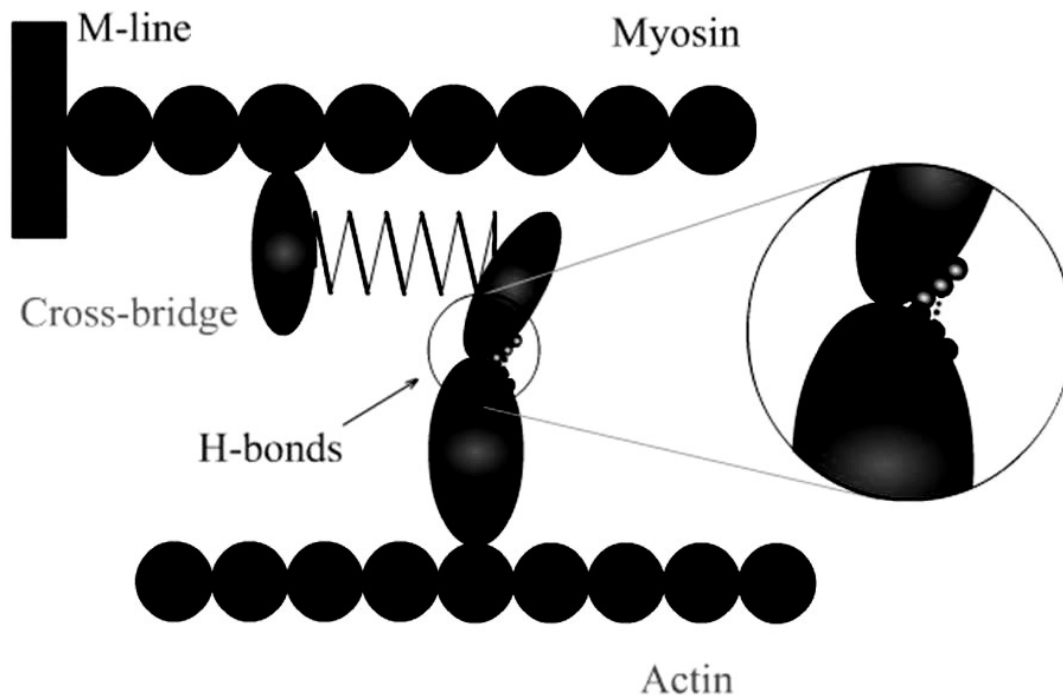


Рис. 5. Водородные связи в реализации процессов биологической подвижности

Водородные связи, по-видимому, играют определяющую роль в восстановлении структуры тканей и образовании прочного шва при сварке живых тканей.

Одним из механизмов старения является трансформация Н-связей в жесткие связи – ионные и ковалентные [8].

Уникальна роль водородных связей для объединения (*консолидации*) систем, что повышает их самосохранение. Они лежат в основе эволюции. Только они обеспечивают и могут обеспечить то, что мы называем прогресс.

Еще одно универсальное свойство водородных связей в сверхсложных системах. Они начинают организовываться еще до проявления какого-либо их материального движения. В их предорганизации участвует предшествующий проект, план предстоящего движения. Это в науке именуют антиципацией, предваряющей установкой, алгоритмом, схемой, по которой будут разворачиваться события.

Следует сказать, что водородные связи очень *чувствительны к воздействию слабых внешних электромагнитных полей* и малых "гомеопатических" концентраций различных веществ [9].

Повреждение Н-связей является первичным механизмом вредного воздействия на живые организмы. Поскольку, во-первых, именно они, а не сильные химические связи, определяют приспособительную устойчивость биосистем; во-вторых, разрыв водородных связей нарушает механизм обеспечения энергией различные виды деятельности [10].

Из всего изложенного следует, что биофизика уже в ближайшее время может стать поистине производительной силой. Но для этого нужно поставить соответствующую цель, определить силы и средства её достижения, расставить отвечающие цели кадры, которые обязательно решат все.

Для выполнения такой научной и инновационно-технологической программы необходимы и кадры несколько иной акцентуации, чем сейчас готовятся.

Во-первых, нужны не "люди-справочники" по константам и формулам, а творцы, креативно решающие задачи перечисленных направлений. Во-вторых, должны быть научные "разведчики", с тем отличием, что им в их совершенно легальной и правовой задаче поиска,

распознавания и заимствования в мире возникающих биофизических технологий, помогут современные информационные средства (Интернет, и др.).

Главное, чтобы: у них была развита интуиция на эти новшества; они организовывали бизнес-информацию об этих новшествах в экспресс-потоке; общество биофизиков стало неотъемлемой частью экономического развития государства.

Для этого могут внедряться инновационные формы обучения в образовательный процесс. Примером является разработка экспериментов *on-line* [11]. Эксперимент *on-line* – это реальный эксперимент, управляемый с помощью компьютера с любой точки земли.

На рис. 6 показаны два типа подобных экспериментов:

"Вью"-эксперимент – наблюдательный;

"Ремоут" – отдаленный эксперимент с возможностью получения файла данных для дальнейшей их обработки и управления экспериментом.

Разработка подобных лабораторных работ позволит в перспективе подключиться к Европейской сети образовательных лабораторий и использовать имеющийся потенциал других университетов.

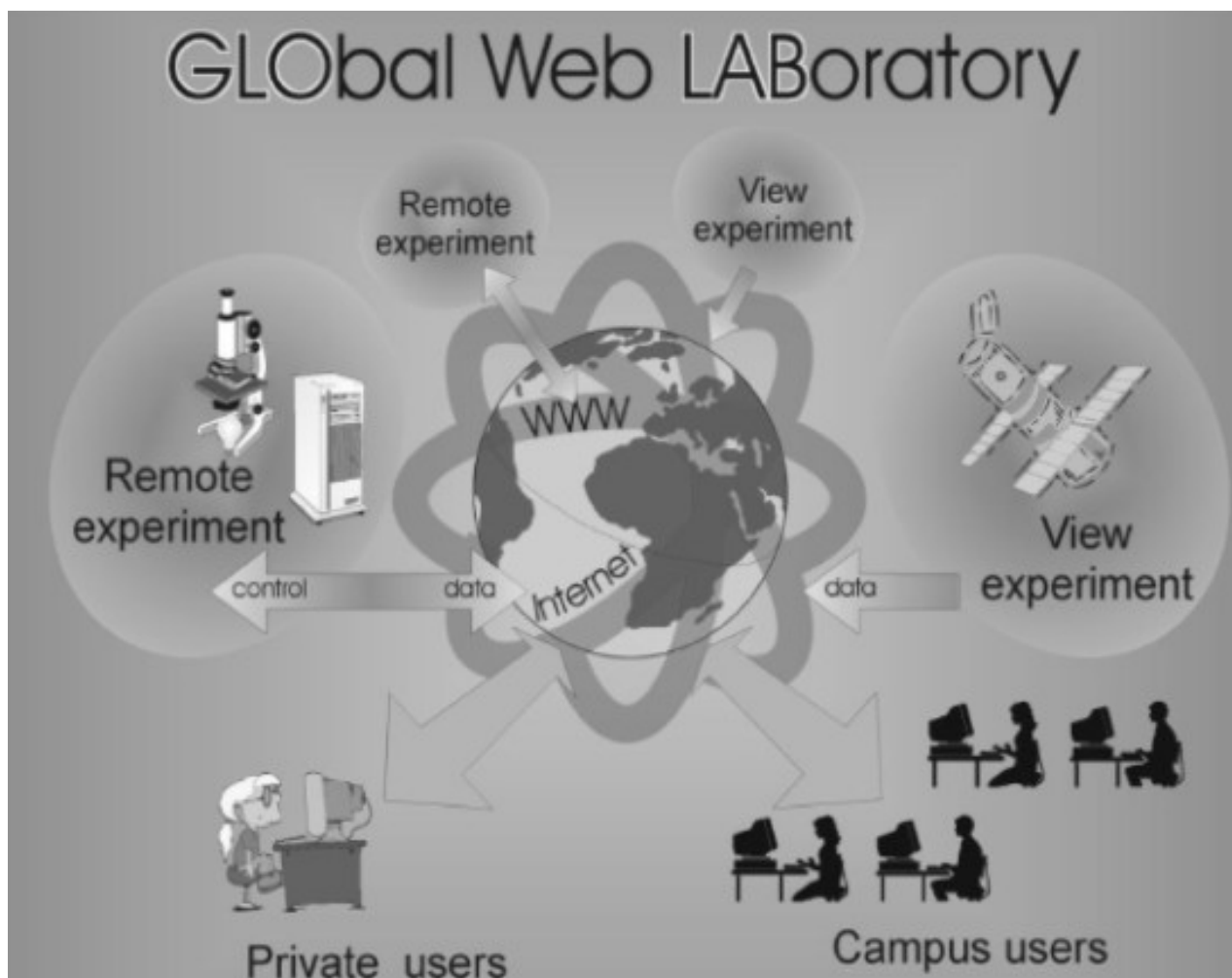


Рис. 6. Схема глобальной Web-лаборатории

Что же в этих направлениях осуществляет кафедра биофизики ДонНУ в содружестве с учеными учреждений Донбасса и не только его?

Учреждения, сотрудничающие с кафедрой биофизики в науке и подготовке кадров

Донецкий физико-технический институт НАН Украины;
Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины;
Институт магнетизма НАН Украины;
Институт экономики промышленности НАН Украины;
НИИ медико-экологических проблем и угольной промышленности Донбасса;
Laboratory of Magnetism, Institute of Experimental Physics, University of Bialystok, Bialystok, Poland;
Institute of Physics ASCR, Prague, Czech Republic;
Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького;
НИИ травматологии и ортопедии ДонГМУ им. М. Горького;
Донецкий национальный технический университет;
Донецкий государственный университет экономики и торговли им. Туган-Барановского;
Государственное управление экологии и природных ресурсов в Донецкой области;
Донецкий национальный университет (кафедры химического, физического и др. факультетов).

Представленные институты являются научно-образовательными базами, где проводятся занятия, выполняются курсовые и дипломные работы студентов, исследования аспирантов и докторантов.

Основная научная тематика кафедры биофизики

Биологическая подвижность (механизмы мышечного сокращения, работа молекулярных моторов и др.) (рук. – проф. Беспалова С.В.)

Физический механизм восстановления структуры тканей (рук. – акад. НАН Украины Барьяхтар В.Г., проф. Беспалова С.В.)

Математическое моделирование биологических процессов (рук. – доц. Гусев А.А.)

Изучение механических свойств живой клетки методом магнитной микроманипуляции (рук. – проф. Заблоцкий В.А.)

Влияние магнитных полей на биосистемы (рук. – доц. Хиженков П.К.)

Биологическое моделирование магниторецепции животных (рук. – доц. Нецветов М.В.)

Изучение взаимодействия биологически активных веществ (ДНК, лекарственных веществ, красителей, ионов тяжелых металлов и др.) с мембраной эритроцитов (рук. – доц. Доценко О.И.)

Физико-химический механизм старения (рук. – доц. Билобров В.М.)

Биофизические основы стерилизации высоким давлением (рук. – проф. Шаталов В.М.)

Механизмы действия физических факторов на человека (рук. – проф. Сокрут В.Н.)

Влияние низко- и сверхнизкочастотных магнитных полей на ионный и водный баланс в поврежденной нервной ткани (рук. – ст. науч. сотр. Энглези А.П.)

Биофизика критических состояний (рук. – проф. Калинин О.Г.)

Биофизические основы гигиены и физиологии труда (рук. – проф. Солдак И.И., проф. Горецкий О.С.)

Разработка комплекса биоиндикационных показателей вредного влияния экологии на здоровье населения Донбасса (рук. – проф. Максимович В.А.)

В заключение формулируем генеральную цель данного сообщения. Главным представляется формирование государственной общенаучной инновационной Программы. Для её выполнения IV съезд Украинского биофизического общества создал специальный комитет во главе с вице-президентом общества С.В. Беспаловой, который приступил к работе и уже подготовил проект академической и прикладной Государственной Программы "Инновационные технологии контроля и управления биологическими процессами в

экологии, медицине, сельском хозяйстве и производстве продукции для устойчивого развития Украины".

Программа подразделяется на ряд взаимосвязанных научных направлений (пока четыре): медицина, сельское хозяйство, производство продукции, экология. Их возглавляют ведущие специалисты страны. Предлагаемая этапность выполнения Программы представлена в нижеследующей таблице.

Этапы выполнения Программы

№ п/п	Наименование этапа	Срок выполнения (кол-во месяцев)	Ожидаемый результат выполнения этапа
1.	На основе собственного и мирового опыта обосновать диагностические способы контроля биологических процессов	12-18	Набор способов контроля биопроцессов
2.	Разработать технологии применения способов контроля биопроцессов	12-18	Технологии контроля биопроцессов
3.	Апробировать технологии контроля, откорректировать их и предложить для использования в социально-экономической практике	12-18	Откорректированные после апробации технологии контроля
4.	На основе собственного и мирового опыта обосновать способы управления биопроцессами	12-18	Набор способов управления биопроцессами
5.	Разработать технологии применения способов управления биопроцессами	12-18	Технологии управления биопроцессами
6.	Апробировать технологии управления биопроцессами, откорректировать их и предложить для использования в социально-экономической практике	12-18	Откорректированные после апробации технологии управления биопроцессами
7.	Подготовить нормативное и правовое обеспечение разработанных технологий для использования их на практике	12-18	Пакет документов (инструкции, нормы, правовые акты), обеспечивающий использование технологий

Список литературы

1. Беспалова С.В. Биотехнологии для нормализации экологии (программа создания комплекса) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научных работ. – Донецк: ДонНУ, 2004. – Вып. 4. – С. 10-21.
2. Беспалова С.В., Толпыго К.Б. Возбуждение водородной связи за счет энергии гидролиза аденозин-5'-трифосфата // Биофизика. – 1998. – Т. 43, вып. 3. – С. 484-489.
3. Bepalova S.V., Kirienko A.A. The model of hydrogen bond excitation in case of ATP hydrolysis // Physics of the Alive. – 1999. – Vol. 7, N 2. – P.100-106.
4. Беспалова С.В., Мищенко А.М., Шаталов В.М. Механизм трансформации химической энергии в биомолекулярных системах с водородными связями // Биофизика. – 2002. – Т. 47, вып. 2. – С. 226-232.
5. Bepalova S.V., Tolpygo K.B. Transfer of excitation energy by the hydrogen bond chain // J. Mol. Struct. – 1993. – 291. – P. 245-254.

6. *Bespalova S.V., Tolpygo K.B.* Excited hydrogen bonds in the molecular mechanism of muscle contraction // *J. theor. Biol.* – 1991. – V. 153, N 2. – P.145-155.
7. *Беспалова С.В., Толпыго К.Б.* Статистика цепочек актиновых глобул, растянутых водородными связями, и закон Хилла в квантово-механической теории мышечного сокращения // *Биофизика.* – 1996. – Т. 41, вып. 1. – С. 22-32.
8. *Билобров В.М.* Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия. – К.: Наук. думка, 1993. – 520 с.
9. *Лобышев В.И.* Вода как первичная мишень для слабых воздействий в биологических системах // *Физический факультет МГУ им. В. Ломоносова.* – С. 3, <http://library.biophys.msu.ru/gettext>.
10. *Максимович В.А., Солдак И.И., Беспалова С.В.* Биоэнергетика. – Донецк: Норд Компьютер, 2003. – 229 с.
11. *Maziewskii A., Dobrogowskii W., Zablotskii V.* GloLab: creating a global Internet-accessible laboratory // *Physics Education.* – 2007. – V. 42, N 1. – P. 72-75.

Беспалова С.В., Максимович В.О. Біофізика в новій епосі. – Розглянуто перехід до вивчення надскладних інформаційних систем. Наводяться чотири основних напрямки майбутніх наукових пошуків. Охарактеризована державна Програма створення інноваційних технологій.

Ключові слова: надскладні інформаційні системи, інноваційні технології.

Bespalova S.V., Maksimovich V.A. Biophysics in a new epoch. – Transition to studying of super-complicated informative systems has been discussed. Four basic directions of future research investigation have been given. State Program of Innovational Techniques has been characterized.

Key words: super-complicated informative systems, innovational techniques.