

УДК 611

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ БИОФИЗИКИ КАК НАУКИ**Дохов М.П.***ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова», Нальчик, e-mail: vdokhova@yandex.ru*

В работе рассмотрены различные определения биофизики, данные зарубежными и отечественными исследователями. В результате обобщения, имеющихся в литературе определений биофизики, нами также дано определение биофизики как науки.

Ключевые слова: физика, биология, биофизика**TO THE QUESTION OF DETERMINATION OF THE BIOPHYSICS AS A SCIENCE****Dokhov M.P.***FGBOU VPO «Kabardino-Balkarian State Agrarian University in the name V.M. Kokov»,
Nalchik, e-mail: vdokhova@yandex.ru*

In this work various definitions of biophysics, given by foreign and national explorers are considered. By generalizing definitions of biophysics in literature, we too gave the definition of biophysics as a science.

Keywords: physics, biology biophysics

Биофизика как наука возникла на стыке физики и биологии. Дать определение биофизики как науки оказалось не просто, поскольку она имеет свою историю. Так, в физическом энциклопедическом словаре (1960) приведено следующее определение биофизики: «Биофизика, наука о физических и физико-химических явлениях, протекающих в живых организмах, тканях, клетках и лежащих в основе элементарных жизненных процессов, а также о действии физических факторов на организм [10]. В комментариях к этому определению отмечается, что в организмах происходят и чисто физические процессы (например, поглощение, отражение и рассеяние света в клетках и тканях, движение крови по сосудистой системе, механическое движение органов и в целом организма, распространение и поглощение механических колебаний и т.д.). Однако основная задача биофизики состоит в познании процессов, прямо или косвенно связанных с превращениями химической энергии компонентов живого вещества в другие виды энергии (механическую и осмотическую работу, электрическую и энергию излучения). Только на основе исследования физических, физико-химических свойств живой материи (вязкость, электропроводность, оптические свойства и т.д.) и их изменений при физиологических и патологических нарушениях можно получить представление об элементарных явлениях, лежащих в основе этих сдвигов или сопровождающих их.

Изучение биологических, электрических, оптических и др. свойств живой ма-

терии должно проводиться при интенсивностях потоков энергии, лежащих ниже порога физиологического возбуждения организма.

Байер В. в учебнике «Биофизика. Введение в физический анализ свойств и функции живых систем» не дает определение биофизики [3]. Однако он старается побудить студентов к размышлениям над биологическими проблемами с позиции физики и познакомить с применением физических методов и представлений при исследовании этих проблем. Ссылаясь на Поляни, он пишет: «Жизнь следует рассматривать как высшую форму движения материи, которую невозможно полностью объяснить на основании современных данных о физических и химических формах движения». Далее комментируя слова Поляни, он продолжает: «Конечно, в основе процессов, протекающих в живых системах, лежат многочисленные законы современной физики и химии, но на эти законы налагаются биологические закономерности. В живых организмах атомы образуют такие структуры, которые никогда не встречаются в неорганических системах и поэтому согласно Шредингеру, следует считаться с возможностью того, что в мире живой природы действуют новые, еще неизвестные нам законы.

Заметим, что не только в биологии, но и в самой физике не исключена такая же ситуация, о которой говорится в комментарии В. Байера. Тем не менее, существующие в физике теории и законы достаточны для решения многих биологических проблем. У физики есть большой запас «прочности»,

чтобы и в дальнейшем успешно справляться с этими задачами. Укажем лишь один пример в пользу, выраженного оптимизма. Известно, что многие проблемы практического характера неживой природы решаются на уровне механики Ньютона, а в термодинамике – атомов и молекул и т.д. т.е. не прибегая к релятивистской механике, в термодинамике к внутримолекулярной энергии. Дело в том, что в термодинамические формулы входит не сама энергия, а ее изменение либо производная по какому-нибудь параметру. Поэтому внутреннюю энергию можно определять с точностью до произвольной аддитивной постоянной, выбирая ее так, чтобы выражение для энергии было предельно простым. В частности, обычно изучаются процессы, при которых внутримолекулярная энергия остается постоянной в связи с чем, эту энергию можно не учитывать. Точно также, по-видимому, обстоит дело и при изучении биологических явлений.

Автор учебника «Биофизика» Ю. Аккерман в предисловии к книге пишет, что биологическая физика принадлежит к числу традиционных разделов физической науки. Далее он комментирует высказанную мысль следующим образом: «С точки зрения природы используемого материала биофизика определенно стоит ближе к биологии, а в отношении методологии биофизика примыкает ближе к физике, чем к биологии [1].

Автор учебного руководства по биофизической химии А.Г. Пасынский, наряду с определением биофизической химии, дал также определение биофизики: «Биофизика изучает физические характеристики живых организмов, а также физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов их жизнедеятельности [26].

В литературе иногда биофизику рассматривают как науку о физических и физико-химических процессах, лежащих в основе жизненных явлений, включая биофизическую химию в состав биофизики (в этом случае говорят о биофизике в широком смысле слова). Однако, по его мнению, для такого расширения биофизики нет достаточных оснований. Биофизическую химию, столь же мало, можно включать в биофизику, как физическую химию – в физику, это две самостоятельные науки. Это разделение необходимо и по практическим соображениям, так как подготовка физиков в области физической химии, и физико-химиков в области физики обычно недостаточно для квалифицированной разработки одними и теми же лицами физических и физико-химических аспектов биологических проблем. По тем же соображениям -принципиальным и практическим нельзя полагать, что био-

физическая химия может быть растворена в рамках обычной биохимии. Биохимия, биофизическая химия и биофизика – это три самостоятельные науки, изучающие соответственно, химический, физико-химический и физический аспекты физиологических процессов. Здесь, мы согласны с ним и при определении нами биофизики как науки, исходим из высказываний А.Г. Пасынского.

Тарусов Б.Н. и его школа в книге «Биофизика» дали следующее определение биофизики: «Биофизика –это физическая химия и химическая физика биологических систем» [6]. В качестве обоснования такого определения, авторы выдвигают положение о том, что в конце 19 века развитие органической химии привело к возникновению биохимии, достигшую в настоящее время высокого уровня развития. Физика труднее проникала в биологию. Значительно более плодотворным оказалось внедрение физики в химию. Применение физических представлений сыграло большую роль в понимании механизмов химических процессов, Возникновение физической химии совершило в химии революцию. На основе тесного контакта физики и химии возникли современная химическая кинетика и химия полимеров. Некоторые разделы физической химии, в которых физика получила доминирующее положение, стали называться химической физикой. Характерной чертой биофизики, отличающей ее от биохимии, является то, что она рассматривает целостные системы, не разлагая их по возможности на отдельные компоненты. При выделении же в чистом виде отдельных компонентов утрачиваются, как правило, важнейшие свойства живого. Эти указания были учтены нами при определении биофизики. В предисловии к книге авторы пишут, что существует тенденция подходить к биофизике формально и считать, что ее задача ограничивается применением физических методов исследования в биологии. Это совершенно неправильно, так как основная задача биофизики – вскрытие физических и, главным образом, физико-химических механизмов, лежащих в основе функционирования живого организма, – пишут авторы. Отметим, что слова Б.Н. Тарусова противоречат высказываниям А.Г. Пасынского. Однако мы склонны думать, что в данном случае прав А.Г. Пасынский, хотя бы потому, что существуют, по крайней мере, две самостоятельные науки – биоорганическая химия и биохимия, которые изучают физико-химические процессы в живых организмах. Мы считаем, что биофизика не нуждается ни в объединении, с какой бы то – ни было

наукой для решения специфических биологических проблем, ни в искусственном расширении круга этих проблем. Здесь, на наш взгляд, уместно привести слова Э. Ферми: В науке новые законы надо принимать только в том случае, когда нет иного выхода. Эти слова Э. Ферми свидетельствуют о его фундаментальности, а не о его консерватизме.

В большой советской энциклопедии (1970) дано определение биофизики в следующем виде: «Биофизика, наука, изучающая физические и физико-химические процессы, протекающие в живых организмах, а также ультраструктуру биологических систем на всех уровнях организации живой материи – от субмолекулярного и молекулярного до клетки и целого организма [5].

Академик АН СССР Г.М. Франк в статье «Проблемы и перспективы» пишет, что главной задачей биофизики является исследование саморегуляции или самоуправления в биологических системах [29]. Он подчеркивал, что жизнь начинается тогда, когда в самой элементарной живой конструкции-клетке начинается саморегуляция, обеспечивающая смену поколений, приспособление к меняющимся условиям внешней среды и к взаимодействию клеток друг с другом. Ниже при определении биофизики нами также учтено обстоятельство, относящееся к условиям существования живых систем.

В работах [15, 16, 22, 25] авторами, используя различные методы (спиновые зонды, флуоресцентные зонды, спектрополяриметрии, электронной микроскопии) проведены исследования биологических мембран, в том числе, структуры мембранных белков. Ими показана плодотворность применения перечисленных методов для исследования структуры и свойств биологических объектов, что также необходимо учесть при определении биофизики.

Л.А. Блюменфельд, один из ведущих биофизиков 60-70 годов прошлого века, считал биофизику разделом биологии на том основании, что она широко использует для объяснения биологических процессов физические, химические и математические методы [14]. Он отмечает, что биофизик в большинстве случаев логического пути от структуры к функциям, от структуры к свойствам не знает. Он твердо убежден в том, что лишь такой путь существует. Поскольку деление на живое и неживое в биологии проведено весьма условно, большинство биологов считает, что живое начинается с клетки. Эти слова Л.А. Блюменфельда также противоречат высказыванию Г.М. Франка. Далее он пишет: «сегодня биофизика есть часть биологии, имеющая

дело с физическими принципами построения и функционирования некоторых сравнительно простых биологических систем, но рассматривающая их как нечто данное и незанимающаяся непосредственно вопросом их возникновения и эволюции».

М. Эйген и Р. Винклер в книге «Игра жизни» обсуждают проблемы добиологической и биологической эволюции и возникновения и развития жизни на Земле на основе игровых моделей с привлечением понятий современной теории информации. Игры, моделирующие явления жизни, описаны в книге на высоком научном уровне при ярком и образном изложении. Определение биофизики как науки авторы не приводят [30].

Р. Давид в книге «Введение в биофизику» дает следующее определение биофизики: «Биофизика, это область науки, использующая комплекс экспериментальных и теоретических методов физики и физической химии для изучения биологических объектов». Он отмечает, что пути в биофизику могут быть различными. Например, Пастер, прежде чем заняться микроорганизмами, изучал кристаллы. Юнг, чье имя связано с явлением интерференции и исследованиями упругости, был врачом. Эффект Мессбауэра был открыт на медицинском факультете. Рентгеновские лучи с равным успехом используются для изучения неорганических кристаллов, в биологической и медицинской практике. При помощи радиоактивных изотопов исследуют механизмы реакций, протекающих как в пробирке, так и в живой клетке и т.д. Словом – Биофизика есть наука, где физика освещает путь познания жизни, – пишет он [21].

Французский исследователь Ж. Гладик в предисловии к монографии «Биофизика» пишет, что биофизика возникла на стыке нескольких наук: физики, химии, биологии, медицины, математики. Поскольку биофизика как самостоятельная дисциплина – это новая наука, границы трудноопределимы. Поэтому автор считает более важным определить место данной дисциплины по отношению к давно сложившимся наукам, чем дать определение биофизики, которое легко может оказаться устаревшим. По мнению автора, место биофизики можно определить, если ориентироваться на четыре классически крупных семейства науки: логику-математику, физику, биологию и психосоциальные науки. Различие, которое можно усмотреть между биохимией и биофизикой, безусловно, оказывается сродни различиям между химией и физикой: предмет изучения первой из указанных дисциплин – более сложные системы, чем те, которые анализируются в рамках биофизики.

Поэтому математизация первой дисциплины продвинулось в меньшей степени, поскольку соответствующая задача была более сложной. Наконец, биофизика проявила свою самостоятельность, создав области физики, которые связаны с биологическими явлениями. Например, квантовая оптика позволяет лучше осмыслить различные биологические механизмы, такие как фотосинтез, зрение, биолюминесценция и т.д. Далее автор отмечает, что биологические системы исключительно сложные, и поэтому вполне вероятно, что макроскопический аспект будет превалировать еще на протяжении длительного времени. Изучение энергетических преобразований в живых организмах он считает важным, поскольку механизмы жизни требуют притока энергии. Биологические явления непрерывно участвуют в весьма многочисленных биологических процессах – пишет Ж. Гладик. В этой связи, в последнем предложении после слова «явления» напрашивается вставить слово «одновременно и» [19].

В учебнике «Биофизика» коллектива авторов под редакцией Ю.А. Владимирова (1983) дано определение биофизики: «Биофизика – это наука, изучающая физические свойства биологических объектов, физические и физико-химические процессы, протекающие в этих объектах и лежащие в основе их функционирования [17]. В отношении разнообразия объектов исследования биофизика, по мнению авторов, одна из наиболее широких биологических дисциплин. Биофизика изучает физические свойства и явления на уровне сложных систем (например, организм – среда), отдельных органов, тканей, отдельных клеток, субклеточных структур, таких, например, как биологические мембраны или миофибриллы, на уровне макромолекул, например молекул белков или нуклеиновых кислот, и, наконец, на уровне электронной структуры биологически важных молекул. Авторы подчеркивают, что среди всех биологических дисциплин биофизика относится к числу наиболее точных наук. Ее стиль: логически строгое доказательство каждого положения, основанное на точных экспериментах, количественное описание явлений, широкое использование новейшей аппаратуры и методов исследования в сочетании с физическим и математическим моделированием. Все это делает биофизику внешне более схожей с современной физикой, химией и математикой, чем с биологией и медициной прошлого, которые были преимущественно описательными науками. Отметим лишь то, что авторы описывают только «внешнее» сходство физики и биофизики, тогда как, в действительности основой биофизики является физика.

А.Б. Рубин один из ведущих биофизиков (МГУ) определяет биофизику как науку о наиболее простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических явлений [28]. В комментариях к такому определению автор пишет: «Теоретическое построение и модели биофизики основаны на физических понятиях энергии, силы, типов взаимодействия, на общих понятиях физической и формальной кинетики, термодинамики, теории информации. Эти понятия отражают природу основных взаимодействий и законов движения – движения материи, что как известно, составляет предмет физики – фундаментальной естественной науки. В центре внимания биофизики как биологической науки лежат биологические процессы и явления. Основная тенденция современной биофизики – проникновение на самые глубокие, элементарные уровни, составляющие молекулярную основу структурной организации живого. Функционирование целостной биологической системы есть результат взаимодействия составляющих ее элементов и отдельных процессов. Основной вывод, к которому приходит автор, состоит в принципиальной приложимости в области биологии основных законов физики как фундаментальной естественной науки о законах движения.

П.Г. Костюк и его сотрудники дали следующее определение биофизики: «Биофизика – это наука, изучающая физические механизмы и физико-химические процессы, которые лежат в основе жизнедеятельности биологических объектов. Иными словами, это физика живых систем на различных уровнях их организации – молекулярном, мембранном, клеточном, органном, популяционном» [13]. Авторы также считают биофизику биологической дисциплиной. Они отмечают, что биологические формы движения являются сложными, но включают более простые физические и химические формы. Формы, которые проявляются в новых качественных сочетаниях.

В современной биофизике применяются такие точные и чувствительные физические методы исследования как электрофорез, ультрацентрифугирование, колориметрия, малоугловое рассеяние света, рентгеноструктурный анализ, нейтроноскопия, спектрофотометрия, рамановская спектроскопия, спектрополяриметрия, люминесцентный анализ, а также ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), электронная микроскопия, микроэлектродная техника и др. Отметим, что перечисленные авторами методы исследования являются физическими, а не биофизическими как они пишут.

В физической энциклопедии дано определение биофизики в следующей форме: «Биофизика-раздел науки, посвященный изучению физических и физико-химических явлений в биологических объектах; ее задача-исследование фундаментальных процессов, лежащих в основе живой природы [12].

Автор книги «Основы биофизики в ветеринарии» А.С. Белановский, отмечает, что на стыке биологии, физики и химии возникла новая наука-биофизика, изучающая физические и физико-химические процессы в биологических системах на всех уровнях их организации и влияние различных физических факторов на живые организмы. Такое определение нельзя считать случайным. Оно связано с тем, что автор заранее причисляет химию к границе биологии и физики [4].

Советский энциклопедический словарь (1989) определяет биофизику так: «Биофизика-наука, изучающая физические и физико-химические явления в живых организмах, структуру и свойства биополимеров, влияние различных физических факторов на живые системы [11].

Биологический энциклопедический словарь (1989) определяет биофизику следующим образом: «Биофизика-наука о физико-химических и физических процессах, протекающих в биологических системах, а также о влиянии на них различных физических факторов [8].

Большая Российская энциклопедия определяет биофизику так: «Биофизика – наука, о физических и физико-химических механизмах взаимодействий, лежащих в основе биологических процессов, протекающих на разных уровнях организации живой материи: молекулярном, клеточном, организменном и популяционном [9].

С одной стороны, в некоторых определениях биофизики как науки, присутствие словосочетания «физико-химические» кажется излишним, так как наряду с биофизикой существуют «биоорганическая химия» и «биохимия», которые изучают «химические» явления в живых организмах... Эти науки изучают также структуру и свойства «биополимеров». С другой стороны, по-видимому, необходимо учитывать высокую интегрированность современных естественных наук. Это обстоятельство в какой-то степени нивелирует, но не полностью, наличие кажущихся лишними слов в определении биофизики как науки.

Мы считаем, что биофизику нельзя считать ни разделом физики в биологии, ни разделом биологии в физике, а тем более-разделом «физической химии» в биологии или «химической физики» в биологии. У этих наук разные задачи, различные методы исследования, если их рассматривать по

отдельности. Они объединены для решения проблем, стоящих перед биологической наукой. Биофизика же универсальными физическими методами изучает физические явления и процессы, происходящие в биологических системах, структуру и свойства живой материи, тем самым, помогает биологии решать, не решаемые в рамках одной биологии, задачи. Биология, в свою очередь, ставит новые задачи, разрешая которые физика развивается и совершенствуется сама. Например, биофизика для изучения строения и свойств биополимеров воспользовалась методом рентгеноструктурного анализа, с помощью которого были получены высококачественные рентгенограммы (М. Уилкинс, английский биофизик). На их основе была предложена физическая модель молекулы ДНК (так называемая двойная спираль), что позволило объяснить многие ее свойства и биологические функции в том числе, был расшифрован генетический код. Был также дан исчерпывающий ответ на вопрос, каким образом генетическая информация может быть записана в молекулах ДНК. В результате была высказана гипотеза о химических механизмах самовоспроизведения этих молекул. Это научное предположение стимулировало экспериментальные и теоретические работы, приведшие к бурному развитию молекулярной генетики и биологии (Ф. Крик, английский биофизик, и генетик, Дж. Уотсон, американский биохимик). Этот пример приведен для того, чтобы подчеркнуть, что такие глобальные биологические проблемы могут быть решены только совместными усилиями многих отраслей знаний. В настоящее время идет процесс превращения биологии из описательной в точную науку. В этом процессе важную роль принадлежит биофизике. Биофизика здесь выступает как целостная наука, изучающая физические явления и процессы, протекающие в живых организмах. Поэтому можно предположить, что связь физики и биологии со временем будет укрепляться и углубляться.

В учебнике «Биофизика» для студентов вузов под редакцией проф. В.Ф. Антонова дано определение биофизики как науки в следующей редакции: «Являясь преимущественно биологической наукой, поскольку основной объект исследования представляет собой живой организм, биофизика в полной мере использует универсальный характер основных законов и строгость математических подходов при изучении процессов жизнедеятельности. С учетом этого биофизика может быть определена как наука о простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических явлений [7].

Очевидно, речь в данном определении идет о физических законах, тогда биофизику можно было бы определять и как «физико-математическую биологию». Такое определение, как нам представляется, не в полной мере отражает сущности биофизики. Здесь мы согласны с Р.И. Грабовским, который пишет: «Процессы жизнедеятельности организмов, изучаемые биологией, всегда сопровождаются механическими, электрическими, внутриатомными и другими физическими процессами (но, конечно, не сводятся к этим процессам) [20].

В книге «Основные понятия физики и биофизики» В.С. Идиатулин приводит определение биофизики, взятое, по видимому, из литературного источника в следующей форме: «Наука, которая изучает физические и физико-химические явления в биологических системах, а также воздействие на них различных физических факторов, получила название биофизики» [24].

В учебном пособии «Основы физики и биофизики» И.В. Иванов не дает определение биофизики, ограничиваясь целью и областью исследования биофизики. Он отмечает, что цель биофизики – познание закономерностей процессов в живом организме и применение этих знаний в ветеринарии, биотехнологии и зоотехнии. Область исследования, по мнению автора, есть физические явления в живых организмах [23].

Авторы книги по биофизике Г.А. Плутахин, А.Г. Кашаев дали следующее определение биофизики: «Биофизика – наука о наиболее простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических процессов» [27]. Это определение биофизики совпадает с аналогичным определением А.В. Рубина.

Другой видный ученый, лауреат государственной премии СССР М.В. Волькенштейн считал, что, поскольку биофизическое исследование начинается с физической постановки задачи, относящейся к живой природе, то биофизика есть «физика явлений жизни», изучаемых на всех уровнях, начиная с молекул и кончая биосферой в целом [18]. В своей фундаментальной работе «Биофизика» им был поставлен вопрос: «Не потребуются ли биофизике новая, еще не существующая физика», на что сам же ответил: «А priori не исключено, что подлинная биофизика должна быть построена на основе еще не известной будущей физики, существенно отличной от современной».

Выше нами отмечалось о существовании у физики большого «запаса прочности». Дополнительно к тому, что высказано выше, можно сказать о существовании в физике четырех типов фундаментальных взаимодей-

ствий: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Уже разработана объединенная теория электромагнитного и слабого взаимодействий (электрослабое взаимодействие) есть также так называемое великое объединение, включающее и сильное взаимодействие. Делаются также попытки описать все четыре взаимодействия на единой основе.

Если идти вглубь в сторону микромира, то можно указать на элементарные частицы, а, если еще глубже заглянуть, то можно говорить о кварковом строении элементарных частиц и т.д. Таким образом, арсенал физики, которым располагает биофизика, в настоящее время велик, и думается, в дальнейшем, будет расти быстрыми темпами.

В книге «Биофизика» под ред. В.Г. Артюхова также дано определение биофизики: «Биофизика – наука об элементарных, фундаментальных взаимодействиях и превращениях ионов, молекул, надмолекулярных комплексов, лежащих в основе физиологических процессов и биологических явлений. Это наука о молекулярных превращениях определяющих жизнедеятельность органелл, клеток, организмов – дыхание, движение, обмен веществ и энергии, исследование принципов структуры и функций организма и др. Возможное полное определение биофизики, с их точки зрения, таково: «Биофизика – интегративная наука, изучающая структуру, физические свойства и характеристики биологических объектов, фундаментальные взаимодействия молекул и молекулярных комплексов, элементарные физико-химические и физические процессы, лежащие в основе физиологических реакций и биологических явлений, а также влияние на биологические объекты различных физических факторов (света, ионизирующего излучения, температуры и др.)» [2].

Мы считаем, что для определения биофизики как науки, нет необходимости приводить подробные детали, какие приведены в определении авторов. Известно, что между молекулами действуют дисперсионные или лондоновские, диполь – дипольные или кезомовские, индукционные или дебаевские силы. Эти силы по своей природе являются электромагнитными и, следовательно, не могут также считаться фундаментальными, Фундаментальные силы нельзя свести к другим, более простым силам.

А. Никитян и О. Давыдова в конспекте лекций по биофизике определяют ее так: «Биофизика – это междисциплинарная наука о физических процессах, протекающих в биологических системах разного уровня организации и о влиянии на биологические объекты различных физических факторов» [31].

Исходя из вышеизложенной работы, мы также попытались дать следующее определение биофизики как науки: «*Биофизика есть наука, изучающая физические явления и процессы, неравновесные условия существования биологических систем, их взаимодействия между собой и с окружающей средой, структуру и свойства живой материи и ее движения*». Более точное определение биофизики ограничено широтой решаемых ею проблем. В отличие от других авторов, в этом определении употребляется только слово «физические», чтобы подчеркнуть, что биофизика есть самостоятельная наука, и нет необходимости вмешиваться в смежные науки, в частности в биоорганическую химию и биохимию, которые также решают биологические проблемы.

Придавая большое значение физическим условиям среды, в которой развивается живой организм, и который является открытой системой, обменивающейся веществом и энергией со средой, в определении биофизики отражен этот факт. Поскольку при определении биофизики речь идет не только о животных и растениях, но и о человеке, поэтому в определении нами использовано слово «взаимодействие» не только внутри биологических систем, но, что самое важное подчеркнуто взаимодействие с окружающей средой. Далее по аналогии с неживой материей употреблен термин «живая материя». В связи с тем, что кроме фундаментальных взаимодействий в живой природе существуют взаимодействия, обусловленные эмпирическими силами, например, упругими силами и силами трения, которые являются по своей природе электромагнитными и, следовательно, не могут считаться фундаментальными, поэтому нами не употребляются слова «фундаментальные взаимодействия», а говорим просто о взаимодействии живых систем и т.д.

Выводы

1. В работе проанализированы, существующие в литературе определения биофизики.
2. Показано, что в некоторых определениях допущены неточности физического характера.
3. Дано определение биофизики как науки.

Список литературы

1. Аккерман Ю. Биофизика: перс. англ. В.А. Отрошенко и В.И. Соифера / под ред. С.Ю. Лукьянова. – М.: Мир, 1964. – 684 с.
2. Артюхов В.Г., Ковалева Т.А. и др. Биофизика: учебник для вузов / под ред. В.Г. Артюхова. – М.: Академический проект: Екатеринбург: Деловая книга, 2012. – 294 с.
3. Байер В. Биофизика: пер. с нем. Н.Е. Зильбермана, М.А. Исааковича и В.М. Калнина / под ред. К.С. Тринчера. – М.: Изд. ин. лит., 1962. – 432 с.
4. Белановский А.С. Основы биофизики в ветеринарии. – М.: Агропромиздат, 1989. – 271 с.
5. Биофизика // Большая советская энциклопедия / гл. ред. А.М. Прохоров. – Т. 3 Б-Б, М., 1970. – С. 367–369.
6. Биофизика / под ред. Б.Н. Тарусова и О.Р. Колье. – М.: Высшая школа, 1968. – 468 с.
7. Биофизика: учебник для студентов вузов / В.Ф. Антонов и др.; под ред. проф. В.Ф. Антонова. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Гуманитар. изд. центр Владос, 2006. – 287 с.
8. Биофизика // Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М.С. Гиляров. – М., 1989. – С. 71.
9. Биофизика // Большая российская энциклопедия: В 30 т. – Т. 3. – М., 2005. – С. 531–533.
10. Биофизика // Физический энциклопедический словарь. В 5 т. – т.1 А-Д, 1960. – С. 190–194.
11. Биофизика // Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. – 4-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – С. 141.
12. Биофизика // Физическая энциклопедия / гл. ред. А.М. Прохоров. – А-Д, М., 1988. – С. 203–209.
13. Биофизика / под общ. ред. акад. АН СССР П.Г. Костюка. – Киев: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 504 с.
14. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Наука, 1977. – 336 с.
15. Болотина И.А. Применение спектрополяриметрии для изучения структуры мембранных белков // Биофизика. Итоги науки и техники. Методы изучения структуры биологических мембран. – М., 1975. – С. 133–225.
16. Боровягин В.Л. Об интерпретации данных методов электронной микроскопии в изучении структурной организации модельных и биологических мембран. // Биофизика. Итоги науки и техники. Методы изучения структуры биологических мембран. – М., 1975. – С. 226–287.
17. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика: учебник. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
18. Волькенштейн М.В. Биофизика: учебное пособие. – 4-е изд., стер. – СПб.: Изд. Лань, 2012. – 608 с.
19. Гладик Ж. Биофизика: пер. с франц. О.Л. Терещенко. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 72 с.
20. Грабовский Р.И. Курс физики. – 6-е изд. – СПб: Изд. Лань, 2012. – 608 с.
21. Давид Р. Введение в биофизику: пер. с франц. Г.Г. Маленкова и с предисл. М.Д. Франк-Каменецкой. – М.: Мир, 1982. – 208 с.
22. Добрецов Г.Е. Применение флуоресцентных зондов для исследования мембран // Биофизика. Итоги науки и техники. Методы изучения структуры биологических мембран. – М., 1975. – С. 86–132.
23. Иванов И.В. Основы физики и биофизики: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд. «Лань», 2012. – 208 с.
24. Идиатуллин В.С. Основные понятия физики и биофизики: учебное пособие. – СПб: Изд. Лань, 2008. – 96 с.
25. Кольтовер В.К. Применение метода спиновых зондов в биофизике мембран // Биофизика. Итоги науки и техники. Методы изучения структуры биологических мембран. – М., 1975. – С. 16–86.
26. Пасынский А.Г. Биофизическая химия. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1968. – 432 с.
27. Плутахин Г.А., Кошаев А.Г. Биофизика: учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб: Изд-во Лань, 2012. – 240 с.
28. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х кн.: учебник для биологических специальностей вузов. Кн. 1. Теоретическая биофизика. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
29. Франк Г.М. Проблемы и перспективы. Биофизика живой клетки / под общ. ред. акад. Г.М. Франка. – Т.2. – Пушкино, 1971. – С. 3–5.
30. Эйген М., Винклер Р. Игра жизни: пер. с нем. В.М. Андреева / под ред. М.В. Волькенштейна. – М.: Наука, 1979. – 96 с.
31. Никитян А. и Давыдова О. Конспект лекций. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. – 104 с.