

Интернет-журнал «Мир науки» ISSN 2309-4265 <http://mir-nauki.com/>

2017, Том 5, №3 (май - июнь) <http://mir-nauki.com/vol5-3.html>

URL статьи: <http://mir-nauki.com/PDF/27PDMN317.pdf>

Статья опубликована 26.05.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гераскина Г.В., Арустамов Э.А. Значение изучения и особенности преподавания естественнонаучных дисциплин на различных направлениях подготовки бакалавриата // Интернет-журнал «Мир науки» 2017, Том 5, №3 <http://mir-nauki.com/PDF/27PDMN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 37

Гераскина Галина Валентиновна

ГОУ ВО «Московский государственный областной университет», Россия, Москва
Доцент кафедры «Экологии и природопользования»
Кандидат биологических наук
E-mail: galvalger@mail.ru

Арустамов Эдуард Александрович

ГОУ ВО «Московский государственный областной университет», Россия, Москва
Заведующий кафедрой «Экологии и природопользования»
Доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
E-mail: eduard-arustamov@yandex.ru

Значение изучения и особенности преподавания естественнонаучных дисциплин на различных направлениях подготовки бакалавриата

Аннотация. В работе описывается опыт преподавания естественнонаучных дисциплин на направлении «педагогическое образование» различных гуманитарных и технических специальностей. Предлагается дополнить изучение частнонаучных концепций, сформулированных в рамках отдельных фундаментальных естественных наук, рассмотрением общих свойств всех природных объектов и процессов с позиции системного подхода. Приводятся конкретные примеры из различных областей физики, химии и биологии для иллюстрации таких общесистемных свойств, как иерархичность организации, саморегуляция, самоорганизация и саморазвитие. Предлагаемый методологический подход обеспечивает более глубокое понимание учащимися механизмов природных процессов и формирует у них представление о естествознании как науки о единстве природы.

Согласно Федеральному Государственному образовательному стандарту высшего образования дисциплины «Концепции современного естествознания» и «Естественнонаучная картина мира» входят в базовую часть учебных планов ООП ВО для направления «Педагогическое образование» (уровень бакалавриата) и направлены на формирование у учащихся целостного естественнонаучного мировоззрения на основе изучения достижений современного естествознания, составными частями которого являются такие фундаментальные науки, как физика, химия и биология.

Ключевые слова: естественно научные дисциплины; бакалавриат; частнонаучные концепции; физика; химия; системный подход; преподавание; концепции современного естествознания

Задачи дисциплины:

- дать представление об основных концепциях в области естественных наук, раскрыть содержание современной физической, химической и биологической картин мира;
- сформировать базовый понятийный аппарат, необходимый для осмысления и дальнейшего изучения различных областей естествознания;
- сформировать понимание роли фундаментальных законов природы.

В иерархии естественных наук базовое положение занимает физика, отвечающая на такие фундаментальные вопросы, как современные представления о материи, движении, взаимодействии, пространстве и времени. Современные представления о материи являются, с одной стороны, продолжением атомистической исследовательской программы Левкиппа и Демокрита, и, с другой стороны, эти представления непрерывно развиваются: открыты новые виды материи - физическое поле и физический вакуум, доказан корпускулярно-волновой дуализм частиц микромира, развивается теория кваркового строения вещества, сформулированы основные положения квантово-полевой картины мира, такие как принцип дополнительности, принцип соотношения неопределенностей и др., переосмысливается характер взаимосвязи микро- и мегамиров. Возникновение и развитие этих новых представлений связано с именами Максвелла, Фарадея, Лоренца, Планка, Дирака, Де Бройля, Бора, Гейзенберга, Резерфорда, Столетова, поэтому необходимо знакомить учащихся с их теоретическими разработками и экспериментальными исследованиями. Новое развитие получили также представления о фундаментальных взаимодействиях, открыты ядерные взаимодействия адронов и цветное взаимодействие кварков, создана теория Великого Объединения. Кардинально со времен Ньютона изменились представления о пространстве и времени, которые рассматриваются теорией относительности А. Эйнштейна как элементы единого четырехмерного континуума. Основные эффекты специальной и общей теории относительности, такие как замедление времени, сокращение линейных размеров тел, искривление световых лучей и другие, вытекают из анализа соответствующих математических выражений, с которыми необходимо знакомить учащихся, также, как и с экспериментальными доказательствами этих предсказанных теорией эффектов.

Основополагающая роль физических концепций в развитии естествознания подтверждается тем, что их смена меняет и картину, или модель, мира. Так, открытие aberrации света и опыты Фуко с маятником подтвердили гелиоцентрическую модель мира, а открытие красного смещения в спектрах дальних галактик подтверждает гипотезу Большого Взрыва, так как оно может свидетельствовать, согласно эффекту Доплера, о взаимном удалении галактик. Открытие реликтового излучения может быть доказательством возникновения Вселенной из первоначального сингулярного состояния. С учетом этих научных открытий стал возможен переход от гелиоцентрической стационарной модели Вселенной к полицентрической модели эволюционирующей Вселенной.

При изучении химической картины мира программой предусмотрено знакомство учащихся с современной теорией строения атома, с теорией происхождения химических элементов, с химической термодинамикой, с закономерностями протекания химических процессов, их качественной и количественной характеристикой, а также с теорией катализа, основанной на представлениях о переходном состоянии и энергии активации. Также в связи с широким использованием в народном хозяйстве синтетических полимерных материалов программой предусмотрено изучение механизма реакций полимеризации и поликонденсации. Эта тема имеет важное значение еще и постольку, поскольку все основные биологические молекулы, такие как белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды, являются полимерами, синтезирующимися в организме по механизму поликонденсации, поэтому знание этого механизма необходимо при изучении соответствующего раздела биологии.

При изучении биологической картины мира необходимо прежде всего показать иерархичность организации природных биологических систем, после чего дать характеристику отдельных структурных уровней. На молекулярном уровне необходимо рассмотреть особенности органических биополимеров как высокомолекулярных соединений - высокая молекулярная масса, способность образовывать пространственные и надмолекулярные структуры, разнообразие строения и свойств. Важно показать также отличие живого вещества от неживого, что проявляется в асимметрии живого, в частности в хиральности биомолекул. В рамках концепции белковой природы жизни следует рассмотреть биологические функции белковых молекул: структурообразующую, транспортную, энерготрансформирующую, регуляторную, защитную и каталитическую. При этом необходимо отметить специфические свойства ферментативного катализа - чрезвычайно высокие скорость и избирательность благодаря высокомолекулярной природе фермента, что дает возможность необходимых изменений пространственной конфигурации фермента, повышая тем самым эффективность катализа не только за счет направленной деформации субстрата, но и за счет ориентационной составляющей. Поскольку на молекулярном уровне решается также проблема происхождения жизни, необходимо рассмотреть существующие теории и дать им критическую оценку.

На онтогенетическом уровне рассматриваются вопросы обмена веществ и механизмы гомеостаза, представленные нервной, эндокринной и иммунной системами, а также вопросы трансформации энергии живыми организмами (хемосинтез, фотосинтез, гликолиз и окислительное фосфорилирование).

На популяционно-биоценологическом уровне решаются вопросы эволюции живых систем, в связи с чем учащимся необходимо дать представление о современных теориях эволюции, о значении популяции как элементарной эволюционной структуры, об элементарных эволюционных факторах (мутационный процесс, популяционные волны, изоляция), при этом для изучения мутационного процесса необходимо вначале дать основные понятия хромосомной теории наследственности, такие как хромосома, ген, локус, аллель, гомозиготность и гетерозиготность, рецессивность и доминантность, геном, генотип и фенотип.

На биосферном уровне решаются вопросы совместной эволюции (коэволюции) живого и неживого вещества планеты, для чего необходимо познакомить учащихся с различными методами изучения эволюции (палеонтологией, биогеографией, морфологическими и эмбриологическими методами, методами генетики, биохимии, молекулярной биологии и др.). При изучении коэволюции особое внимание следует обратить на геохимические функции живого вещества: энергетическую, газовую, концентрационную, деструктивную и средообразующую, благодаря которым происходит эволюция геосфер планеты. Следует отметить, что эволюция геосфер осуществляется благодаря биогенной миграции атомов химических элементов в ходе функционирования биогеохимических круговоротов, поэтому необходимо дать понятия большого и малого круговоротов и рассмотреть биогеохимические принципы миграции - стремление к максимуму проявления и эволюция в направлении видов, увеличивающих биогенную миграцию. Также в этом разделе необходимо рассмотреть проблему человека в биосфере, включающую такие вопросы, как основные этапы эволюции рода Homo и его предшественников, и особенности современного этапа эволюции - возрастание роли социальных эволюционных факторов и ослабление биологических (движущего и дизруптивного отборов, изоляции, популяционных волн). Особо следует остановиться на вопросе о неолитической революции и ее экологических последствиях, а также рассмотреть проблему глобального экологического кризиса [6, 8].

Из вышесказанного очевидно, что основное содержание курса составляет изучение частонаучных концепций отдельных фундаментальных естественных наук. Однако для

решения основной задачи - формирования целостного естественнонаучного мировоззрения - необходимо в первую очередь обеспечить понимание учащимися естествознания как науки о единстве природы. Для достижения этой цели авторами предложено применять системный подход, при котором изучаемые природные объекты рассматриваются как системы [4, 9]. Это позволяет у природных объектов, изучаемых в рамках отдельных фундаментальных наук, выделить общие свойства, такие как иерархичность организации и наличие единых механизмов саморегуляции, самоорганизации и саморазвития.

Принцип иерархической соподчиненности играет ключевую роль в обеспечении функционирования и развития всех природных систем. При этом следует отметить, что иерархичность характерна как для элементов отдельных систем, так и для совокупности всех природных систем, образующих единый иерархический ряд. Существование таких иерархических рядов можно проиллюстрировать на примере систем неживой и живой природы, а также для социальных систем. Вместе с тем для решения общей задачи по формированию целостного естественнонаучного мировоззрения мы предлагаем объединить такие иерархические ряды, показав связующие и переходные элементы. Например, для объединения иерархических рядов неживой и живой природы мы предлагаем использовать понятия биосферы и биогеоценоза, как интегративных систем, образованных, соответственно, неживым и живым веществом всей планеты и веществом отдельных геосфер и их биоценозов, а также рассмотреть вирусы как переходную форму между живым и неживым. Как пример переходной формы между биологическими и социальными системами можно рассмотреть понятие семейно-стадной группы, существовавшей на определенном историческом этапе развития человеческого общества.

Изучение принципа иерархии также связано с введением понятия подсистема, что позволяет сформулировать второй основополагающий принцип организации природных систем - принцип эмерджентности, в соответствии с которым свойства системы зависят от свойств, входящих в нее подсистем, но полностью ими не определяются, так как система всегда проявляет свои собственные системные свойства. Примерами здесь может послужить отличие свойств молекулы воды от свойств атомов водорода и кислорода, а также отличие свойств популяции от общебиологических свойств отдельных организмов.

Важно показать при этом, что иерархичность организации также лежит в основе механизмов саморегуляции, функционирование которых обеспечивается как большим внутренним разнообразием элементов системы, так и их иерархической соподчиненностью, в результате чего элементы высшего уровня играют роль управляющего параметра по отношению к элементам нижнего уровня, регулируя свою стратегию по принципу обратной связи. Выполнение этих двух условий для осуществления процессов саморегуляции (большое внутреннее разнообразие и наличие механизмов обратной связи) можно проиллюстрировать многочисленными примерами из всех областей естественнонаучного знания. Так, разнообразие физических и химических систем проявляется на нижних уровнях в существовании шести видов кварков (при этом каждый из них может находиться в трех различных состояниях), большом разнообразии образованных ими адронов, существовании 118 видов химических элементов, огромным разнообразием молекул и надмолекулярных структур, а на высших уровнях в разнообразии видов и форм космических объектов. Разнообразие биологических систем также проявляется на всех структурных уровнях. Это разнообразие внутриклеточных структурных элементов, клеток, органов и тканей, видовое и биоценотическое разнообразие.

При изучении механизма обратной связи необходимо прежде всего дать определение двух ее видов - положительной и отрицательной, а также показать на конкретных примерах их значение. Механизм отрицательной обратной связи обеспечивает стабильность системы, поддерживая ее параметры на оптимальном уровне. Примерами саморегуляции систем по

механизму отрицательной обратной связи является функционирование буферной системы Мирового океана, обеспечивающей постоянство содержания диоксида углерода в атмосфере, смещение равновесия по принципу Ле-Шателье в обратимых химических реакциях, регуляция конечным метаболитом в биохимических реакциях, онтогенетические механизмы гомеостаза, основанные на работе нервной, гуморальной и иммунной систем, регуляция численности популяций и др. [4].

В то же время в сложных системах, к которым относятся прежде всего биологические объекты, наблюдается сочетание механизмов отрицательной и положительной обратной связи, которые переключаются в зависимости от характера воздействия среды. Так, на уровне организма при регуляции энергетического обмена в зависимости от соотношения концентраций аденозинтрифосфата (АТФ) и аденозинмонофосфата (АМФ) последний либо по механизму отрицательной обратной связи выключает реакции синтеза глюкозы, либо по механизму положительной обратной связи ускоряет распад глюкозы [1]. Одновременное наличие петель положительной и отрицательной обратной связи наблюдается также в сверхсложных природных процессах, для которых характерно состояние динамического хаоса, например, атмосферные процессы, погода и климат, планетные системы и др. Здесь положительные обратные связи обеспечивают развитие системы, рост ее сложности и разнообразие элементов, что приводит к периодической перестройке системы и ее переходу в новое качественное состояние. Примером таких процессов может служить влияние парникового эффекта на климатические изменения, когда, с одной стороны, в соответствии с механизмом положительной обратной связи повышение среднеглобальной температуры приводит к увеличению концентрации парниковых газов в атмосфере, в результате чего парниковый эффект усиливается, а, с другой стороны, таяние ледников в результате глобального потепления вызывает опреснение вод Мирового океана и остановке теплового течения Гольфстрим, то есть может привести к новому ледниковому периоду [3]. ГЭФ-17.

Идея иерархической соподчиненности элементов системы также легла в основу современной теории самоорганизации и саморазвития природных систем, базовыми элементами которой являются синергетика, кибернетика и теория диссипативных структур [7, 10]. В соответствии с теорией процесс саморазвития представляет собой последовательность актов самоорганизации, в ходе которых система переходит в качественно новое состояние в результате накопления флуктуаций. Состояние системы в переходный период является неустойчивым и кардинально отличается от стабильного состояния по целому ряду характеристик. Если в стабильном состоянии в системе преобладали отрицательные обратные связи, был низкий уровень производства энтропии и в целом поведение системы было предсказуемым, то переходное состояние характеризуется преобладанием механизмов положительной обратной связи, высоким уровнем производства энтропии и непредсказуемостью поведения. В качестве примера можно привести некоторые характеристики развивающейся экосистемы в стабильном и переходном состоянии. В переходном состоянии, в отличие от стабильного, ослабляется действие естественного отбора, теряют адаптивное значение мутагенез и дрейф генов, возрастает генетическое разнообразие без соответствующего увеличения видового разнообразия, уменьшается сложность структуры [2].

Общее направление развития системы при этом определяется влиянием систем высшего уровня в соответствии с принципом подчинения Г. Хакена [10] и выражается в существовании так называемой «креативной триады», в которой управляющие долгоживущие параметры высшего уровня взаимодействуют с короткоживущими переменными низшего уровня, что приводит к появлению новых параметров порядка среднего уровня. В качестве примера можно рассмотреть процессы видообразования, где управляющую роль выполняет биогеоценоз, оказывающий информационное влияние на популяционные процессы, которые, в свою очередь, связаны с генетическими процессами на уровне отдельных организмов [2].

Предлагаемый методологический подход, заключающийся в том, что изучение частнонаучных концепций естествознания, сформулированных в рамках отдельных фундаментальных наук, сочетается с акцентированием внимания на общенаучных концепциях, сформулированных в рамках системного подхода, обеспечивает более глубокое понимание учащимися механизмов природных процессов и формирует у них представление о естествознании как науке о единстве природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимия: учебник / Под ред. Е.С. Северина -3-е изд., испр. - М.: ГЭОТар-Медиа, 2010. - 384 с.: илл.
2. Гераскина Г.В. О применении системного подхода при изучении места и роли популяции в процессах видообразования. Материалы Международной научно-практической конференции «География и экология: проблемы науки, практики и образования», (г. Москва, 19 мая 2016 г.), М.: ИИУ МГОУ, 2016. С. 43-46.
3. Гераскина Г.В. О рассмотрении проблемы устойчивости экологических сообществ в рамках общесистемного понятия гомеостатичности. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «География и экология: научное творчество, междисциплинарность, образовательные технологии», (г. Москва, 16-17 февраля 2017 г.) - М.: ИИУ МГОУ, 2017. С. 254-257.
4. Гераскина Г.В., Раткевич Е.Ю. К методике изучения химической картины мира в вузовском курсе «Естественнонаучная картина мира» // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2015. №2. С. 54-62.
5. Изучение общих принципов организации природных систем как основа интеграции химического и экологического образования. Материалы 59-й Всероссийской научно-практической конференции химиков с международным участием «Актуальные проблемы химического и экологического образования», 18-21 апреля 2012 г. / Г.В. Гераскина и др.; СПб, РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. с. 364-372.
6. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2015 году: информационный выпуск. Красногорск: Министерство экологии и природопользования Московской обл., 2016. 206 с.
7. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. М.: Едиториал УРСС, 2003, 240 с.
8. Природопользование: учебник для вузов с грифом Минобрнауки / Арустамов Э.А. и др.; 8-е изд., - М., «Дашков и К», 2008. 295 с.
9. Раткевич Е.Ю., Гераскина Г.В. О некоторых принципах системного подхода в химико-педагогическом образовании. Материалы 60-й Всероссийской научно-практической конференции химиков с международным участием «Актуальные проблемы химического и экологического образования», (г. СП(б), РГПУ им. А.И. Герцена, 2013 г., с. 126-130.
10. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. 3-е изд., испр. и доп. - М: URSS: Ленанд, 2014, - 317 с.

Geraskina Galina Valentinovna

Moscow state regional university, Russia, Moscow
E-mail: galvalger@mail.ru

Arustamov Eduard Aleksandrovich

Moscow state regional university, Russia, Moscow
E-mail: eduard-arustamov@yandex.ru

Significance of the study and especially the teaching of science subjects at various bachelor courses

Abstract. The paper describes the experience of teaching natural Sciences in the direction of "pedagogical education" a variety of humanitarian and technical specialties. It is proposed to Supplement the study of specially scientific concepts sporulirovannyh under a separate fundamental of the natural Sciences, study of General properties of all natural objects and processes from the perspective of systemic approach. Specific examples from different fields of physics, chemistry and biology to illustrate the system-wide properties like hierarchical organization, self-regulation, self-organization and self-development. The proposed methodological campaign provides a deeper understanding of the mechanisms of natural processes and helps to develop the idea of natural science as the science of the unity of nature.

According to the Federal State educational standard of higher education of discipline "concepts of modern natural science" and "Scientific picture of the world" are the most basic part of the curriculum of the PLO IN the direction "Pedagogical education" (undergraduate level) and is aimed at developing students ' holistic scientific worldview on the basis of the study achievements of modern science, the component parts of which are such fundamental Sciences as physics, chemistry and biology.

Keywords: natural scientific discipline; bachelor's degree; specially scientific concepts; physics; chemistry; systems approach; teaching; concepts of modern science