

УДК 502:37.03

А.М. Бармасова<sup>1</sup>, А.В. Бармасов<sup>2</sup>, А.Л. Скобликова<sup>1</sup>, В.Е. Холмогоров<sup>2</sup>, Т.Ю. Яковлева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

## **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ СТУДЕНТАМ- ЭКОЛОГАМ**

*«Все науки можно разделить на две группы – на физику и коллекционирование марок.»*

Э. Резерфорд

*«И саго, употреблённое не в меру, может причинить вред.»*

К. Прутков

В настоящее время интенсивное развитие экологического образования становится актуальной задачей всех стран и рассматривается как одно из средств преодоления глобального экологического кризиса. Одной из особенностей преподавания общей физики студентам, обучающимся по специальности «экология» (а также по близким к ней специальностям – «геоэкология», «природопользование» и т.п.) заключается в некой однобокости постановки проблемы. Как в школьном курсе физики [11, 12], так и в средствах массовой информации справедливо ставятся очень важные проблемы охраны окружающей среды.

Характер и специфика подготовки экологов определяется как общими чертами педагогического мышления, так и особенностями специализации. Здесь необходимо органичное слияние в мышлении студента физики, других естественных наук, экологии и соответствующих практико-ориентированных методик.

В последние годы возникла опасность новых глобальных катастроф, связанных с резким потеплением климата планеты; повышением уровня моря в результате общего потепления, что будет неизбежно сопровождаться изменением береговой линии, границ государств, зон рыболовства, миграцией населения, а, следовательно, и серьёзными социальными проблемами; уменьшением озонового слоя планеты, усилением

проникающей радиации; парниковым эффектом, усилением концентрации углекислого газа в атмосфере; эрозией почв и как следствие глобальным сокращением площади плодородных земель; недоеданием в странах «третьего мира»; загрязнением вод Мирового океана; нехваткой чистой питьевой воды; наконец, возможностью генетического вырождения самого человека. Эти новые для человечества проблемы возникают на фоне и во взаимодействии со старыми, уже существующими экологическими процессами – опустыниванием, уменьшением лесного покрова Земли, распространением вредных химических веществ, сокращением биофонда планеты, кислотными дождями, ростом объёмов трудноуничтожаемых токсичных отходов и т.д.

В истории человечества было много глобальных и локальных кризисов, конфликтов и войн. Но ни разу не было такой критической ситуации, когда ставилась бы под угрозу сама возможность существования Земной цивилизации как целого, а проблема ограниченности ресурсов Земли требовала бы наличия профессионально подготовленных кадров, способных проектировать будущее развитие. Само слово «экология», пущенное в обиход немецким биологом Эрнстом Геккелем (Ernst Haeckel, 1834-1919) в 1866 г., на рубеже XIX и XX вв. было известно только очень ограниченному кругу лиц. Не случайно ранние биографы Геккеля, говоря о его заслугах на разных поприщах, авторство термина «экология» даже не упоминают. Теперь же слово, когда-то использовавшееся горсткой специалистов, стало своего рода знаменем времени.

Значительную роль в пробуждении «экологического» сознания в 1960-70-е гг. сыграли работы Римского клуба, созданного в 1968 г. Его цель состояла в том, чтобы привлечь внимание общественного мнения и особенно политических и экономических элит к вопросу об экологических последствиях их политических и экономических решений, что ранее не учитывалось в их политической деятельности. В работах римского клуба учёные мировой величины обращали внимание руководящих кругов на «пределы роста», доказывали несовместимость экономического и демографического роста, с одной стороны, и истощения природных невозобновляемых ресурсов – с другой, указывали на негативное влияние неконтролируемого роста населения и промышленного развития на качество жизни на Земле.

Выделение проблемы природоохраны в качестве самостоятельного направления в системе международных отношений относится к началу 1970-х гг. Определяющую роль в этом сыграли подготовка и проведение в Стокгольме (1972 г.) форума по охране

окружающей среды. До этой встречи вопросы охраны окружающей среды и природных ресурсов, хотя и включались в повестку дня международных переговоров, имели скорее экономический, нежели экологический характер (использование общих рек, охрана рыболовных ресурсов и регулирование промысла), не выходили за региональные пределы и слабо увязывались с другими направлениями международных отношений. Конференция в Стокгольме способствовала и тому, что экологическая проблематика попала в сферу внимания многих государств, в национальных приоритетах которых до того вопросы природоохраны отсутствовали. Началась разработка государственных программ сохранения окружающей среды, стали создаваться структуры и механизмы для их реализации.

В середине 1980-х гг. получил развитие новый процесс – экологизация всего комплекса международных отношений. Вопросы природоохраны и рационального использования ресурсов стали теснее увязываться с глобальными проблемами безопасности, экономического роста и развития, мировой торговли, демографии, отношений Севера и Юга, прав человека. Кульминацией этого процесса стала Конференция по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), на которой проблема взаимоотношения общества и природы была поставлена в контексте сохранения не только окружающей среды и природных ресурсов, но и человеческой цивилизации как таковой. Концептуальной основой новой стратегии стала идея устойчивого развития, реализация которой неотделима от сбалансирования экономических, социальных и экологических процессов как внутри отдельных государств, так и в мировом сообществе.

Конференция в Рио-де-Жанейро стала этапом в развитии менее заметного, но чрезвычайно важного процесса – экологизации массового сознания. Для рядового гражданина экологическое качество среды обитания и потребляемых им продуктов всё больше осознаётся как ценность, за которую он готов платить и которую готов требовать как покупатель, налогоплательщик и избиратель. Во всё большем числе стран растёт понимание того, что экологический рычаг постепенно превращается в универсальный инструмент постановки и общественного контроля за решением любой проблемы, связанной с условиями и качеством жизни. При этом понятие «экологической грамотности» сводится в основном к пониманию самого факта загрязнения окружающей среды. Если задачу ставить таким образом, то можно считать, что за последние несколько десятилетий эта задача выполнена полностью и на

«отлично» – вряд ли сегодня найдётся человек, не понимающий этой опасности. В наши дни каждый остро осознаёт важность наук о среде для поддержания и повышения уровня современной цивилизации. Экология быстро становится отраслью науки, теснейшим образом связанной с повседневной жизнью каждого человека.

Однако не требует доказательств и то, что современные цивилизация и экономика уже не могут обойтись без развития техники. Это наша реальность. Даже если отдельные люди найдут в себе силы полностью отказаться от благ цивилизации (транспорт, электроэнергия, отопление и т.п.) и товаров (производимых в большинстве случаев с вмешательством в окружающую среду), перейдя на натуральное хозяйство, проблемы это всё равно не решит. Поэтому экологи решают очень важную задачу сохранения современной цивилизации от самоуничтожения.

При этом большинство средств массовой информации подходят к этим проблемам абсолютно непрофессионально. Главный аргумент – страх. Главный метод – запрет. Трудно сказать, что является причиной такого подхода – непрофессионализм преподавателей концепций современного естествознания на факультетах журналистики, ангажированность представителей одной из древнейших профессий или просто поиск лёгких путей (намного легче пугать какой-то проблемой, чем предлагать грамотные решения этой проблемы). Но результат получается двояким. С одной стороны специальность «экология» становится всё более популярной (только в СПбГУ экологов готовят на трёх факультетах), а с другой стороны абитуриенты представляют себе экологию скорее гуманитарной, чем естественнонаучной дисциплиной.

К сожалению, почти никакого влияния на объективное отношение как к экологии, так и к естественным наукам не оказывает довузовская подготовка будущих студентов. Школьные учебники по физике в лучшем случае приводят как положительные, так и отрицательные стороны научно-технического прогресса (например: *«Авария на Чернобыльской АЭС показала огромную опасность радиоактивных излучений. Все люди должны иметь представление об этой опасности и мерах защиты от неё»* [11]), а курс экологии в школах скорее представляет задачу этой науки как некий тревожный набат (как будто бы достаточно объяснить, что пожар – это опасно, что для тушения пожара достаточно обнаружить возгорание, а не организовать тушение, ликвидацию последствий и противопожарную службу, дабы возгорания не повторялись). Не способствуют объективному подходу и доступные студентам учебники общей физики для высших учебных заведений (в большинстве своём устаревшие) – в них указанные

вопросы, как правило, просто игнорируются. Также требуется учесть, что многие из студентов-экологов «прошли школу» неформальных экологических организаций, которые очень часто объективный подход к рациональному природопользованию подменяют тезисом о том, что государство в принципе не заинтересовано в защите окружающей среды. Вбить этот тезис в голову плохо информированного молодого человека не сложно, тем более, что юношеский нигилизм, желание противостоять «несправедливому обществу» этому только способствуют. В результате, например, акции протеста против ввоза ОЯТ людей, не знающих даже правильной расшифровки этой аббревиатуры (что уж говорить о знаниях реальной опасности от действительно опасных ядерных отходов, составляющих в ОЯТ несколько процентов) или почему-то выборочные акции протеста против атомных ледоколов (единственным крупным владельцем такого флота является Россия) с игнорированием опасности от атомных авианосцев и крейсеров США.

В результате при преподавании общей физики студентам-экологам приходится ещё и преодолевать естественное неприятие физики, как точной науки, человеком с гуманитарным складом ума, объясняя, что современный эколог должен уметь не только (и не столько) организовывать акции протеста, сколько применять практические знания в области естественных наук.

Одновременно существует (хотя и не столь «громко») и противоположное мнение, что проблемы охраны окружающей среды разрешат не экологи, а физики и химики – мол, только те, кто создал монстра, смогут его укротить. Вероятно, и это мнение слишком категорично – охраной окружающей среды должны заниматься все – и физики, и химики, и биологи, и геологи, и грамотные с точки зрения естественных наук экологи. К сожалению, эта роль естественных наук (и в первую очередь физики, лежащей в основе всего естествознания) сегодня почти полностью отрицается. У школьников, как уже указывалось, существует представление только о вредных последствиях научно-технического прогресса – техногенные катастрофы, отравленные радиоактивными отходами воздух, земля и вода, опасные производства и т.д. и т.п.

Приходится признать, что какой бы заманчивой некоторым «воинствующим экологам» эта идея не казалась, обратного пути у развития современной цивилизации, неразрывно связанной с научно-техническим прогрессом, нет. Раз современная цивилизация не может отказаться от благ научно-технического прогресса, то лишь дальнейшие исследования в области физики и других естественных наук помогут не

только разрешить злободневные проблемы, но и добиться создания в будущем условий, не позволяющих наносить вред окружающей среде. Примеры тому уже есть: созданы экологически относительно чистые альтернативные источники энергии (при этом непосредственно или косвенно используются не нарушающие термодинамическое равновесие и возобновляемые с точки зрения масштабов времени, сопоставимых с временем жизни Земли, источники энергии), идут работы по не столь уж экологически безупречному, но всё же более экологически безопасному источнику энергии – термоядерному синтезу, с каждым годом увеличивается доля автомобилей с электрическими или водородными двигателями. Пока ещё электрическая энергия, рождённая солнечными лучами, обходится намного дороже, чем получаемая традиционными способами. Но, тем не менее, станции-преобразователи солнечной энергии строят, и они работают.

Физикам сегодня очевидно, что экологи с поверхностным знанием естественных наук лишь ставят проблему, а решать её приходится физикам, к сожалению, фактически без какого-либо участия экологов. Вместе с тем, именно понимающие физику экологи, способны объективно относиться к таким «общепринято опасным» направлениям, как, например, атомная энергетика.

Перспективы использования любого источника энергии определяются несколькими факторами: безопасностью, комплексными экологическими характеристиками (то есть с учётом не только радиоактивного, но и других видов загрязнений), экономическими показателями и способностью решать энергетические проблемы человечества в глобальном масштабе. В связи с возрастающей загрязнённостью биосферы Земли оценка экологических характеристик становится решающей.

Сжигание угля, нефти и природного газа обеспечивает 88% мирового энергопотребления, однако при этом в атмосферу попадает более 80% двуокиси серы более 30% двуокиси азота – главных источников кислотных дождей. Природный газ наиболее экономичен из ископаемых топлив – на каждую единицу количества углекислого газа в продуктах сгорания образуется на 70% больше энергии, чем при сжигании угля, отсутствует зола, а содержание серы очень незначительно. Однако при добыче и транспортировке природного газа велики его утечки, приводящие к пожарам. Но даже в случае утечек без пожаров усиливается «парниковый эффект»: метан в значительно большей степени поглощает инфракрасное излучение, чем углекислый газ.

Экологический ущерб угольных тепловых электростанций (ТЭС) от выбросов продуктов сгорания в атмосферу превышает стоимость электроэнергии. Так, в США в 2005 г. стоимость электроэнергии прогнозируется 4,8 цента за 1 кВт·ч, а ущерб от выбросов при её производстве оценивается в 8,1 цента за 1 кВт·ч. Радиационное воздействие ТЭС от сжигания угля и полного выноса в атмосферу радиоактивных веществ, накопившихся в угле естественным путём, в 20 раз больше, чем от АЭС равной мощности. При этом выбросы с ТЭС (тем более с АЭС) составляют незначительную часть естественной радиации.

В нефти также содержатся радиоактивные вещества, например, радий-226. В случае выгорания 500 млрд. т нефти в атмосферу выбрасывается свыше 2,5 млн. кюри. При этом предельно допустимая доза радиации для Земли при равномерном распределении по поверхности составляет 1,5 млн. кюри.

При делении 1 г изотопов урана  $^{235}\text{U}$  или плутония  $^{239}\text{Pu}$  высвобождается 22500 кВт·ч, что эквивалентно энергии, содержащейся в 2800 кг условного органического топлива. Установлено, что мировые энергетические ресурсы ядерного горючего (уран, плутоний и др.) существенно превышают энергоресурсы природных запасов органического топлива (нефть, уголь, природный газ и др.). Это открывает широкие перспективы для удовлетворения быстро растущих потребностей в топливе. Кроме того, необходимо учитывать всё увеличивающийся объём потребления угля и нефти для технологических целей мировой химической промышленности, которая становится серьёзным конкурентом тепловых электростанций.

Ядерный топливный цикл включает несколько стадий: добыча и обогащение урановой руды; производство и транспортировка ядерного топлива; производство энергии; вторичная обработка облучённого ядерного топлива с целью извлечения урана и плутония; захоронение радиоактивных отходов. Каждый этап ядерного топливного цикла таит в себе определённую долю опасности и риска в случае нарушения технологического процесса - достаточно вспомнить аварии на АЭС. Однако и причины аварий на атомных объектах требуют объективного научного (физического) объяснения.

Объективный научный анализ требуется и для определения перспектив управляемого термоядерного синтеза. В термоядерной энергетике будет необходимо вырабатываться в огромных количествах тритий, который по своей биологической опасности при внутреннем облучении значительно превосходит большинство

продуктов деления. При попадании внутрь живых организмов этот изотоп водорода участвует практически во всех биологических процессах и может накапливаться в больших количествах в ДНК, РНК и т.д.

Впрочем, опасность может представлять даже само развитие науки. Именно поэтому всё важнее становится самоограничение учёными развития отдельных областей современного естествознания. И примеры тому есть – запреты на клонирование человека, ограничение использования трансгенных продуктов и т.п. Возможно, в прошлом веке и стоило ограничить развитие отдельных направлений ядерной физики. Однако, кто как не сами физики, химики и биологи способны установить такие границы? Плохо знающие естественные науки экологи не способны сделать это, просто не понимая из-за ограниченности своих знаний опасности развития того или иного направления науки. Сконцентрировав своё внимание на простом и понятном, можно пропустить значительно более опасное. Да и так ли убедителен человек, клеймящий, например, атомную энергетику, и не понимающий даже принципа работы АЭС?

Наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности природы, строение и законы движения материи – это физика. Понятия и законы физики составляют основу естествознания. Границы, разделяющие физику и другие естественные науки, исторически условны. Физические законы представляются в виде количественных соотношений, выраженных на языке математики. В целом физика разделяется на экспериментальную, имеющую дело с проведением экспериментов с целью установления новых фактов и проверки гипотез и известных физических законов, и теоретическую, ориентированную на формулировку физических законов, объяснение на основе этих законов природных явлений и предсказание новых явлений.

Все современные естественные науки выросли из физики, а вследствие всеобщности физических законов возникло множество смежных с физикой дисциплин (например – геофизика, биофизика, медицинская физика, физическая химия, химическая физика, астрофизика и т.п.).

Физика выросла из потребностей практики, и в дальнейшем её развитие часто стимулировалось практическими требованиями. Зачастую фундаментальные физические открытия находили практическое применение позже.

Физика использует различные методы исследования, но все они соответствуют единству теории и практики и отражают общий научный подход к познанию



окружающей действительности: наблюдение, размышление, опыт. На основе наблюдений создаются теории, формулируются законы и гипотезы, они проверяются и используются на практике. Способствуя развитию физического мышления, познанию современной физической картины мира, изучение физики не только формирует научное мировоззрение, но и закладывает фундамент для освоения специальных дисциплин.

Связь физики с другими естественными науками просматривается и на примере развития старейшего российского университета. Когда 28 января 1724 г. был создан Санкт-Петербургский университет, в его составе открылись три факультета: историко-филологический, философско-юридический и физико-математический, фактически охватывавший всё естествознание. Тогда же в Санкт-Петербурге при Петербургской академии наук был создан физический кабинет Кунсткамеры – первое в России научно-исследовательское учреждение в области физики. На физико-математическом факультете (разряд естественных наук) учились или работали: физик Эмилий Христианович Ленц (1804-1865), химики Александр Абрамович Воскресенский (1809-1880) и Александр Михайлович Бутлеров (1828-1886), зоолог Карл Фёдорович Кесслер (1815-1881), ботаник Андрей Николаевич Бекетов (1825-1902), математик Пафнутий Львович Чебышев (1821-1894), физиологи Иван Михайлович Сеченов (1829-1905) и Иван Петрович Павлов (1849-1936), биолог Илья Ильич Мечников (1845-1916), почвовед и один из первых русских экологов Василий Васильевич Докучаев<sup>1</sup> (1846-1903), геолог Александр Александрович Иностранцев (1843-1919).

При преподавании физики у студентов формируется целостные представления о природе, протекающих в ней явлениях, о взаимодействии человека и природы. В разделе термодинамики человек рассматривается как открытая термодинамическая система, обменивающаяся веществом и энергией с окружающей средой. Изменение физики планеты неизбежно ведёт к переменам энергетических балансов всех экосистем. Меняются величины накопленной в биосфере энергии, адаптационные способности крупных подсистем биосферы. Это, несомненно, подтверждает, что экологическое равновесие биологически необходимо человеку.

По определению экология – наука об отношениях растительных и животных организмов между собой и окружающей средой. В последнее время экология в первую

---

<sup>1</sup> Главный научный труд В.В. Докучаева, переизданный в 1948 г., – «К учению о зонах природы».

очередь занимается рациональным природопользованием. Экологический подход становится необходимым при решении производственных и научно-технических задач.

В современную эпоху специализации человеческой деятельности естественные связи между различными дисциплинами часто исчезают из нашего поля зрения вследствие обилия сведений в пределах каждой дисциплины (а иногда и вследствие шаблонного преподавания наук в учебных заведениях). Вместе с тем почти любую отрасль знаний можно определить слишком широко, так что предмет её разрастется сверх всяких разумных пределов. Признанные «области» науки должны иметь признанные границы, пусть даже несколько условные и время от времени подверженные изменениям. Такой сдвиг границ и самого предмета исследований был особенно заметен как раз в экологии с ростом общественного интереса к этой науке. Сейчас слово «экология» для многих означает «совокупность человека и окружающей среды».

Совсем не случайно одна из первых работ в области теоретической экологии - книга американского учёного Альфреда Джеймса Лотки (1880-) – называлась «Элементы физической биологии». Хотя сам термин «экосистема» довольно позднего происхождения (он был предложен английским экологом Артуром Тенсли в 1935 г.), некоторые природные объекты фактически трактовались исследователями как экосистемы значительно раньше. Так, уже в начале XX в. американский лимнолог Эдвард Бёрдж пытался количественно оценить «дыхание озера», то есть динамику процессов кислородного обмена, в котором участвуют как физические, так и биологические процессы.

В 1942 г. в журнале *Ecology* публикуется получившая чрезвычайно широкую известность статья молодого американского исследователя Раймонда Линдемана «Трофо-динамический аспект экологии». Экосистема в этой работе определялась как *«совокупность физико-химико-биологических процессов, протекающих в любых масштабах пространства–времени»*, при этом подчёркивалось теснейшее взаимодействие физических, химических и биологических процессов.

Рассматривая развитие физики, директор Европейского центра ядерных исследований Виктор Фредерик Вайскопф (Weisskopf, 1908-) как-то заметил, что путь, которым следует наука в XX в., определился примерно пятьсот лет назад, когда учёные *«вместо того, чтобы устанавливать сразу всю истину и объяснять целиком Вселенную»*, попытались *«найти отдельные истины малого масштаба, касающиеся некоторых поддающихся определению и должным образом выделенных групп явлений»*.

Именно тогда радикальным образом изменился характер постановки проблемы. Отказавшись от общих вопросов типа: из чего состоит материя? как возникла Вселенная? в чём сущность жизни? – учёные стали спрашивать о вещах более конкретных: как падает предмет? как вода течёт по трубе? И если раньше на общие вопросы они получали частные ответы, то, задавая частные вопросы, они неожиданно стали получать общие ответы.

Это в значительной степени применимо и к экологии, с той лишь разницей, что подобные превращения начали происходить в ней лишь в XX в. Начав с очень общих вопросов и попыток установить сразу универсальные правила и соотношения, претендующие на статус «законов», экологи пришли к необходимости ставить частные разрешимые задачи. И хотя само по себе решение каждой отдельно взятой задачи, как правило, не приводит к каким-либо крупным обобщениям, в своей совокупности множество ответов на конкретные вопросы даёт реальное представление о тех аспектах устройства живой природы, которые призвана изучать экология.

Технические достижения последних десятилетий позволили осуществить количественные исследования таких больших и сложных систем, какими являются экосистемы. Инструментами такого исследования могут служить изотопные, спектрометрические, колориметрические, хроматографические и другие химические методы, методы дистанционных измерений и автоматического контроля, математическое моделирование, вычислительная техника. Таким образом, та самая техника, чьё развитие нарушает хрупкое равновесие в окружающей среде, является средством познания единства человека и природы.

В последние годы широкое распространение получила прикладная экология. Одним из направлений которой является физическая экология, то есть раздел экологии изучающий физику окружающей среды.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что «академическое» понятие экологии мало соответствует общепринятому, под которым скорее сегодня понимается природопользование – наука, изучающая принципы рационального использования природных ресурсов, в том числе анализ антропогенных (то есть в результате деятельности человека) воздействий на природу, их последствий для человека.

С учётом указанных подходов авторы статьи разработали курс общей физики для геологов, биологов, почвоведов и экологов (то есть фактически для

природопользователей). Курс соответствует примерно 12 ECTS<sup>1</sup> Credits и написан на основе лекций, подготовленных А.В. Бармасовым и В.Е. Холмогоровым, и читаемых авторами на протяжении многих лет в Санкт-Петербургском государственном университете (в том числе экологам и геоэкологам) при участии Т.Ю. Яковлевой, читающей лекции в Российском государственном гидрометеорологическом университете. При написании одного из разделов частично использованы материалы дипломного проекта Ю.Н. Мальцевой «Оценка радиационной экологической обстановки в Санкт-Петербурге и Ленинградской области» (Российский государственный гидрометеорологический университет, 2001, руководитель Т.Ю. Яковлева). В данном курсе учтены замечания и пожелания студентов биолого-почвенного факультета, геологического факультета, факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Курс состоит из следующих разделов:

1. Механика с основами небесной механики и релятивистской механики
2. Колебания и волны
3. Молекулярная физика и термодинамика
4. Электричество
5. Магнетизм и электромагнитные явления
6. Оптика и квантовая физика
7. Атомная и ядерная физика

В качестве дополнительных предлагаются разделы:

8. Элементы теории относительности
9. Обработка результатов измерений физических величин
10. Физический практикум

Данное пособие предназначено студентам и бакалаврантам всех форм обучения геологических, биологических и экологических специальностей вузов. По мнению авторов, курс общей физики для нефизических специальностей вузов должен быть не только фундаментальным, но и профилизованным. Профилизация при этом заключается в первую очередь в выборе приоритетов и в иллюстрациях применения физики в экологии и геоэкологии. Профилизация является не только мотивацией для студентов в изучении физики, но и основой в изучении будущих спецкурсов. Наиболее важными в преподавании физики экологам представляются следующие разделы:

---

<sup>1</sup> European Community Course Credit Transfer System.

Магнетизм и электромагнитные явления, Оптика и квантовая физика, Атомная и ядерная физика.

Сочетание фундаментализации и профилизации в рамках ограниченности лекционных часов – одна из особенностей данного курса. Авторы стремились изложить общую физику не как набор формул, а как логичную науку, знание которой требует не столько памяти, сколько рассуждений. С целью приближения «теоретической» науки к повседневной жизни в курсе даны примеры, которые могут вызвать особый интерес молодого читателя.

Особенностью пособия является то, что оно, не повторяя ни один из существующих на данный момент учебников, представляет собой в целом расширенный адаптированный лекционный курс общей физики. Вместе с тем, авторы не считают необходимым в очередной раз повторять в этом пособии отдельные материалы, широко доступные в учебной и специальной литературе. В связи с этим помимо общего списка использованной литературы, в конце параграфов приводится литература, рекомендуемая для углублённого изучения данной темы или для написания рефератов. Также в конце параграфов приводятся вопросы для самопроверки. Особенностью пособия является и наличие списка принятых в данном издании терминов и обозначений, а в приложениях – справочных данных и словаря терминов (на русском и английском языках), используемых в данном разделе физики.

Другой особенностью данного пособия является большое количество справочного материала (что позволяет использовать его для выполнения и обработки лабораторных работ) и то, что наиболее важные результирующие выводы специальным образом выделены в тексте лекций. В дальнейшем эти выводы могут оказаться полезными при подготовке к экзамену. Для удобства читателей используется сквозная нумерация всех уравнений, рисунков, таблиц и литературы, а также широкое использование ссылок на параграфы данного раздела и на другие разделы курса<sup>1</sup>. Материал излагается с использованием простых математических выкладок и с учётом уровня преподавания физики и математики на нефизических специальностях вузов (этим же определяется и последовательность изложения материала), некоторые наиболее важные положения рассматриваются с разных точек зрения и приводятся в разных разделах курса.

Поскольку профессиональному экологу помимо знаний общей физики необходимы и знания других естественных наук, в данном курсе также раскрываются те понятия,

через которые перекидывается мостик от физики и химии к биологии. В их числе: электролиз, взаимодействие света с веществом (фотоэффект, фотохимия, фотосинтез), биоэлектричество, радиобиология, радиоэкология и т.п. В курсе также приводятся физические основы методов анализа – электрометрический анализ, спектральный анализ, рентгеноструктурный анализ, методы регистрации ионизирующих излучений и т.п.

В разделе «Приложения» также указаны лабораторные работы, соответствующие изложенному материалу, и предлагаемые Учебной лабораторией физического эксперимента СПбГУ, а в тексте параграфов указываются ссылки на демонстрационные опыты к курсу общей физики.

В данном пособии особое внимание уделено так называемому региональному фактору (например, приводятся примеры из истории не только российской, но и именно петербургской науки, сообщается о внедрении достижений науки в данном регионе, предлагается анализ радиационной обстановки в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, фактически представляющий собой пример краткого анализа радиационной экологической обстановки в регионе исключительно на основе открытых публикаций).

Данный курс соответствует требованиям, предъявляемым Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования Российской Федерации. Структура данного учебного пособия определяется рекомендуемым объёмом лекций по данному предмету на нефизических специальностях вузов. Как следствие – разделение излагаемого материала на «лекции» и возможный краткий повтор некоторых изложенных на предыдущих «лекциях» материалов. Распределение материала по «лекциям» выбрано с учётом опыта преподавания этого курса.

#### **Литература:**

1. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика. – М.: Изд-во МГУ, 2000.
2. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1995.
3. Геоэкология – междисциплинарная наука об экологических проблемах геосфер // Геоэкология.-1993.-№ 1.
4. Гиляров А.М. Экология, обретающая статус науки // Природа.-1998.-№ 2-3.

---

<sup>1</sup> Во всех разделах данного курса, а также в других пособиях данных авторов использован единый

5. Готт В.С., Сидоров В.Г. Философия и прогресс физики. – М.: Знание, 1986.
6. Джекобс Дж., Рассел Р., Уилсон Дж. Физика и геология. – 1964.
7. Киселёв В.Н. Основы экологии: Учеб. пособие. – Мн.: Універсітэцкае, 1998. – 367 с. – ISBN 985-09-0193-4
8. Кононов Ю.Д. Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. – М.: Наука, 1981. – 190 с.
9. Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П. Экология: 9 класс: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – М.: Дрофа, 1995. – 240 с.: ил.
10. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г. / Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Старшикова. – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
11. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. для 10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение.
12. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учеб. для 11 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1991. – 254 с.: ил. – ISBN 5-09-002998-9.
13. Одум Ю. Основы экологии / Перевод с 3-го английского издания под редакцией и с предисловием д.б.н. П.П. Наумова. – М.: Мир, 1975.
14. Сазонова З.С. Особенности преподавания физики инженерам-экологам (англ. «Peculiarities of physics teaching for engineers-ecologists») Тезисы докладов международного симпозиума «Инженерная педагогика '99» (Refer. des 28 Intern. Symp. «Ingenieurpaedagogik '99»), Leuchtturm-Verlag 1999 г.
15. Степанова Г.Н. Физика. 11 класс. II полугодие: Учебник для общеобразовательных учреждений. – СПб.: ООО «СТП Школа», 2004. – 224 с., ил. – ISBN 5-98198-006-0.
16. Попельницкая И.М., Попельницкий В.А., Квашнина О.П., Шилина Н.Г. Экологическое воспитание и образование при преподавании физики / Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы и пути повышения эффективности воспитания студенческой и учащейся молодёжи», 2000.
17. Философия и физика. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1994.