

3. Реализация в практической деятельности.

Модуль программы обучения подростков-волонтеров направлен на реализацию каждым волонтером-подростком собственной профилактической программы (проекта) на местах (проведение акций, практических мероприятий).

Эксперты, курирующие разработку и реализацию проектов, обеспечивают условия для эффективной работы.

4. Подведение итогов.

Подведение итогов программы обучения осуществляется в форме конференции, семинара и т.п.

На данное мероприятие приглашаются специалисты, курирующие разработку и реализацию проектов, а также специалисты и эксперты, участвующие в проведении обучения.

В ходе мероприятия участники программы обучения (подростки-волонтеры) представляют презентации, содержащие результаты реализованных ими проектов.

В завершение мероприятия проводится подведение итогов и обсуждение полученных результатов.

Информирование о волонтерской деятельности. Возможны следующие способы распространения информации:

- оформление краткого содержания реализуемых волонтерами проектов и программ на интернет-ресурсе, разработанном для сопровождения деятельности волонтерского объединения;
- создание буклетов, фотоальбомов;
- оформление мобильных стендов для пропаганды волонтерского движения при проведении публичных мероприятий;
- составление отчетов о проделанной работе;
- создание видеороликов, видео- и фотоархивов о волонтерском движении;
- распространение опыта работы через СМИ;
- презентации результатов деятельности волонтерского движения на различных мероприятиях, имеющих социальную направленность.

ОСОБЕННОСТИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ЭКОЛОГИИ, ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ

FEATURES OF INTER-SUBJECT RELATIONS OF ECOLOGY, PHYSICS AND MATHEMATICS IN UNIVERSITY

**Т. С. Чикова, Н. А. Савастенко, И. Н. Катковская,
Е. П. Борботко, Д. И. Радюк, Е. В. Федоренчик
T. S. Chikova, N. A. Savastenko, I. N. Katkovskaya,
E. P. Borbotko, D. I. Radziuk, E. P. Fedorenychik**

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь, chikova.tamara@iseu.by

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проанализированы межпредметные связи дисциплин естественно-научного цикла в экологическом вузе: экологии, физики и высшей математики. Сформулирована задача оптимизации междисциплинарной интеграции с целью подготовки специалиста-эколога, обладающего глубокими универсальными профессиональными и специализированными компетенциями.

The interdisciplinary connections of the disciplines of the natural science cycle in the environmental university are analyzed: ecology, physics and higher mathematics. The problem of optimizing interdisciplinary integration is formulated with the aim of training an ecologist with deep universal professional and specialized competencies.

Ключевые слова: высшее образование, физика, высшая математика, экология, межпредметные связи.

Keywords: higher education, physics, higher mathematics, ecology, intersubject communications.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-9-13>

Эксперты единодушно признают, что по мере развития техносферы состояние экологии в мире постоянно ухудшается и, как следствие, растет потребность в специалистах-экологах различных направлений

и профилей [1]. Для решения сложных и разнообразных профессиональных задач современный эколог, получивший высшее образование, должен владеть научной картиной материального мира, основанной на прочных знаниях таких фундаментальных наук как математика, физика, химия, биология и др. Вопросы поиска эффективных форм и методов подготовки экологов в высших учебных заведениях по-прежнему остаются актуальными в педагогических сообществах высшей школы. Для их успешной разработки важно четко представлять себе круг научных и прикладных задач, стоящих перед экологом. Это позволит обеспечить оптимальный подбор учебных дисциплин, обеспечивающих в будущем высококвалифицированное решение профессиональных экологических задач на производстве и в науке, а также даст возможность разработать наиболее эффективную образовательную программу по подготовке специалиста в вузе.

Ведущим экологическим вузом в Республике Беларусь является Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, где специалистов-экологов I ступени высшего образования готовят на факультетах мониторинга окружающей среды и экологической медицины. Студенты специальностей: «Ядерная и радиационная безопасность», «Природоохранная деятельность», «Информационные системы и технологии (в здравоохранении и в экологии)», «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» получают инженерное экологическое образование. Студенты специальностей «Медицинская физика», «Медико-биологическое дело» и «Медицинская экология» становятся соответственно медицинскими физиками, биологами-аналитиками и экологами-экспертами.

Очевидно, что эколог, профессиональной сферой интересов которого являются закономерности взаимодействия живых организмов с их физической средой, должен опираться на естественно-научные знания. Анализ образовательных стандартов показывает, что учебные дисциплины высшая математика и физика обязательно входят в государственный компонент циклов общенаучных и общепрофессиональных или специальных дисциплин всех перечисленных выше специальностей [3]. Изучая курс физики, студенту необходимо овладеть физической теорией, основанной на результатах практического опыта, обобщении наблюдений и экспериментов. Он должен понимать и знать основные законы и научные модели в каждом разделе физики: механике, молекулярной физике и термодинамике, электричестве и магнетизме, оптике, квантовой физике, физике атома и атомного ядра. В курсе высшей математики студент осваивает базовые понятия и основные методы линейной алгебры, векторной алгебры и аналитической геометрии, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, необходимые для аналитического решения прикладных задач.

В таблице 1 приведен краткий анализ некоторых экологических проблем и задач и указаны обязательные знания из курсов физики и математики, обеспечивающие их успешное их решение. Из нее видно, что большинство значимых экологических проблем, а также многие методы и средства мониторинга окружающей среды имеют научное обоснование в различных разделах физики, которые должен знать специалист-эколог с высшим образованием. Там же даны сведения о том, знания каких разделов и тем математики необходимы студенту-экологу, чтобы освоить каждый раздел курса физики на должном для будущей профессии уровне. На практике многие профессиональные экологические задачи носят комплексный характер и решаются на стыке разных разделов физики с привлечением широкого математического аппарата, включающего понятия и методы из различных тем и разделов.

Таблица 1

Межпредметные связи при изучении экологии, физики и математики

Экология	Физика	Математика
1	2	3
Физические методы мониторинга окружающей среды, а также работа приборов и оборудования, используемых для очистки воздуха и воды основаны на законах кинематики и динамики вращательного движения. Принцип действия инерционных газовых фильтров и центрифуг для очищения воды от песка, глины, органических веществ и разделения многокомпонентных руд на фракции обусловлены силами гравитации и центробежными силами инерции. Процессы, вызывающие пагубные экологические последствия за счет выпадения вредных частиц пыли и дыма на Землю и очистки загрязнения воды путем оседания примесей на дно отстойников, обеспечиваются силой гравитации. Работа реактивного двигателя, сопровождающаяся оседанием на землю агрессивных частиц при выбросе газов, нагреванием атмосферы и шумом, основана на законе сохранения импульса. Физические понятия «работа», «мощность», «механическая энергия» используются при расчете многих экологических задач и разработке методов их решения, например, учет роли коэффициента полезного действия и увеличения полезной работы на экологическую безопасность различных механизмов, рациональное использование энергии рек, ветроэнергетики и др. В основе таких экологических проблем как понижение уровня грунтовых вод при добыче полезных ископаемых, негативное влияние орошения и осушения на микроклимат, нарушение экологического равновесия при строительстве каналов, шлюзов и водопроводов лежит закон сообщающихся сосудов гидростатики. Закон Архимеда и условия плавания тел обеспечивают сплав древесины по рекам и судоходство, с которыми связано разрушение берегов, загрязнение водоемов, пагубное влияние на рыболовство и др.	Механика	Векторы. Операции над векторами. Линии и поверхности. Исследование функций на экстремум. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Неопределенный интеграл. Определенный интеграл. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Частные производные. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Криволинейные интегралы.

1	2	3
Перенос патогенных взвесей в воздухе, вызывающих вирусные, бактериальные заболевания и аллергии подчиняется законам аэродинамики. Эти же законы объясняют образования экологически опасных облаков. Акустические механические колебания и волны различной частоты и интенсивности создают шумовое загрязнение окружающей среды, пагубно влияющее на живые организмы. Особо опасными являются вибрация, приводящая к нарушениям сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, дегенеративным изменениям костных тканей, повреждениям слуха, и инфразвук, вызывающий нарушение биоритмов, головные боли и беспокойство.		
Биосфера постоянно обменивается веществом, энергией и информацией с земными недрами, верхними слоями атмосферы и космосом. С физической точки зрения это сложная термодинамическая система. Специалист-эколог должен знать нормы таких термодинамических параметров экосистемы как температура, атмосферное давление, теплоемкость, влажность, уметь анализировать их допустимые изменения. Антропогенные факторы загрязняют атмосферу, изменяют ее состав и термодинамические параметры. Распространение вредных веществ в атмосфере обеспечивают физические процессы диффузии, конвекции и турбулентного перемешивания. Распространение различных по агрегатному состоянию веществ, загрязняющих атмосферу, подчиняется разным законам молекулярно-кинетической теории и термодинамики и их воздействия на экологию различны. Рассеивание продуктов сгорания топлива при авиаполетах в верхних слоях атмосферы, запуск ракет и спутников, выброс фреонов в воздух приводят к уменьшению озонового слоя. Попадающий в атмосферу диоксид серы в результате конденсации водяного пара приводит к кислотным дождям. Из-за скопления в атмосфере парниковых газов изменяется прозрачность атмосферы в оптическом диапазоне в результате чего повышается температура ее нижних слоев и изменяется климат на Земле. Смог в мегаполисах это результат атмосферной диффузии вредных примесей в воздухе от промышленных центров. Диффузионный солевой обмен между атмосферой и океаном становится причиной коррозионной агрессивности атмосферы в прибрежных районах. Влажность воздуха – важнейший физический параметр среды обитания. Ее повышение или понижение относительно нормы 30-60 % в связи с изменением состава воздуха отрицательно влияет на живые организмы, нарушает дыхание и кровообращение. Термодинамика биосферы Земли, обусловленная энергией высокочастотного излучения от Солнца и рассеиванием ее в форме теплового излучения, подчиняется закону Больцмана. Тепловой баланс Земли и причины его нарушения, влияние изменения температуры и давления на обмен веществ и энергии в природе объясняются в рамках законов термодинамики. К наиболее важным экологическим проблемам относятся загрязнение биосферы в теплоэнергетике, при теплопередаче, работе тепловых машин и транспорта, возникновение «парникового эффекта» в результате сжигания органического топлива. Научное решение этих задач является приоритетом современной термодинамики.	Молекулярная физика и термодинамика	Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Исследование функций на экстремум. Неопределенный интеграл. Определенный интеграл. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Частные производные. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Криволинейные интегралы. Производная по направлению и градиент. Скалярные и векторные поля. Поверхностные интегралы. Поток вектора поля через поверхность. Дивергенция векторного поля.
Земля представляет собой большой магнит со своим магнитным полем, в котором протекают все экологические процессы. Биосфера заполнена электрическими и магнитными полями космического, техногенного и биогенного происхождения. Естественные электромагнитные излучения (магнитное поле Земли, радиоизлучение Солнца, атмосферное электричество) для человека не опасны. Их наличие является обязательными для многих биологических процессов в природе. Техногенные электромагнитные излучения порождаются любым устройством, вырабатывающим или использующим электрическую энергию. Технические электромагнитные поля характеризуются частотой (длиной волны), интенсивностью, когерентностью и поляризацией волны. Они делятся на низкочастотные (применяются в промышленности), высокочастотные (телевидение, радиовещание, радиосвязь, медицинская техника) и сверхвысокочастотные (используются в медицине, радиолокации, навигации, сотовой связи). Они по-разному позитивно и негативно воздействуют на природу и человека. Механизм и характер действия электромагнитного излучения на клетки и живые организмы определяются электрической проводимостью, диэлектрической проницаемостью, магнитной проницаемостью биологических тканей и глубиной проникновения вглубь.	Электричество и магнетизм	Векторы. Операции над векторами. Линии и поверхности. Исследование функций на экстремум. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Неопределенный интеграл. Определенный интеграл. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Частные производные. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Криволинейные интегралы.

1	2	3
Технические электромагнитные поля выше установленных норм приводят к электромагнитному загрязнению окружающей среды, вызывающему дисбаланс видов живых организмов и нарушение устойчивости экосистемы. В крупных городах, насыщенных техническим электрооборудованием, бытовыми электроприборами и разнообразными гаджетами, генерирующими экологически вредные низко- и сверхнизкочастотные излучения, отрицательное воздействие на биосферу в результате электромагнитного загрязнения сравнимо с загрязнением химическими веществами. Растущее загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива при получении электроэнергии – техногенная экологическая проблема планетарного масштаба. Тепловые электростанции, гидроэлектростанции и атомные электростанции в каждом случае по-своему являются источником загрязнения биосферы. Другой опасный для окружающей среды электрический процесс – электролиз, широко применяется в металлургии. Гальваническое производство по агрессивности, масштабам и пагубности экологических последствий превосходит разливы нефти и радиацию. Утилизации отработанных химических источников электрического тока (батареек) также становится глобальной экологической проблемой. Выделение из них опасных веществ в процессе разложения на свалках наносит огромный вред природе и может быть причиной опасных заболеваний человека. Электризация тел и статическое электричество создают проблемы на транспорте, производстве и также отрицательно влияют на здоровье. С другой стороны, электричество и магнетизм решают экологические проблемы. Очистка воздуха и воды основана на действии сил притяжения между заряженными частицами в воздухе и пластинами пылесборника с противоположной полярностью. Для очистки сточных вод применяются процессы электрокоагуляции, электроэкстракции, электрофлотации. Очистка воды, загрязненной нефтепродуктами, проводится с помощью магнитных наночастиц.		Векторная функция скалярного аргумента. Производная по направлению и градиент. Скалярные и векторные поля. Поверхностные интегралы. Поток вектора поля через поверхность. Дивергенция векторного поля. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля.
Свет на Земле выполняет двоякую функцию: позитивную – как источник энергии он является одним из основных факторов существования жизни и негативную – воздействие солнечного света на протоплазму живой клетки смертельно опасно. Специалист-эколог должен знать, что каждый спектральный диапазон солнечного излучения вносит свой вклад в экологию Земли и любые отклонения от нормы приводят к дисбалансу в биосфере. Световое загрязнение биосферы образуется в результате изменения прозрачности атмосферы и степени ее однородности, а также колебаний интенсивности фоновое свечения за счет суточных перепадов температур и силы ветра под действием антропогенных факторов. Рассеивание света источников освещения в нижних слоях атмосферы ночью образует световой смог и нарушает биоритмы растений и животных. Из-за уменьшения контраста между небом и небесными светилами затрудняются астрономические наблюдения. Физическое загрязнение атмосферы изменяет спектральную плотность потока и интенсивности солнечного излучения, негативно влияя на процесс фотосинтеза. В основе оптического экологического мониторинга лежат законы взаимодействия оптического излучения с веществом. Это целый ряд методов, построенных на разных физических принципах: фотометрии, лазерной спектрофотометрии, фурье-спектроскопии, спектральной прозрачности атмосферы, ультрафиолетовой, инфракрасной и поляризационной радиометрии. Основу метода комбинационного рассеяния составляет неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах атмосферы за счет эффекта Рамана. Метод дистанционного газоанализа использует законы дифференциального поглощения и рассеяния излучения.	Оптика	Векторы. Линейные операции над векторами. Линии и поверхности. Исследование функций на экстремум. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Криволинейные интегралы. Векторная функция скалярного аргумента. Производная по направлению и градиент. Скалярные и векторные поля.
Квантовая физика сформировала теоретические основы понимания строения материи. На основании изучения нейтрона, рентгеновского излучения, явления радиоактивности, α-, β-, γ-излучения, волновых свойств электрона, сложной структуры вещества на уровне атомов и атомных ядер она дала новые методы и инструменты экспериментального изучения микромира. Возникла наука об атомной энергии, появились ядерная энергетика и ядерные технологии, в основу которых легли ядерные реакции и ионизирующие излучения. Природный радиационный фон является неотъемлемой составляющей и условием существования биосферы. Применение ядерных технологий, производство искусственных радионуклидов, использование источников ионизирующих излучений в науке, медицине и промышленности, добыча и переработка радиоактивного сырья, атомная энергетика, ядерные реакторы, испытания ядерного оружия и ядерные взрывы в мирных целях, ядерные энергетические установки на атомных ледоколах и атомных подводных лодках привели к образованию экологически опасного антропогенного радиационного фона.	Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра	Исследование функций на экстремум. Дифференциальные уравнения. Векторная функция скалярного аргумента. Производная по направлению и градиент. Скалярные и векторные поля. Поверхностные интегралы. Поток вектора поля через поверхность.

1	2	3
Наиболее опасные экологические риски радиационного заражения создают предприятия ядерного топливного цикла и военные объекты ядерных испытаний. Ядерная и радиационная безопасность стали важнейшей частью сохранения экологии Земли. Свойства атомов или молекул взаимодействовать с излучением используется для экологического мониторинга окружающей среды, основанного на применении нейтронноактивационного, рентгеноспектрального, атомно-абсорбционного методов и атомно-эмиссионного анализа.		Дивергенция векторного поля.

Основные особенности и трудности в преподавании физико-математических дисциплин в экологическом вузе состоят в том, что большинство студентов специальностей экологического профиля математику и физику начинают изучать одновременно в первом семестре первого курса. Теоретический материал и по общей физике и по высшей математике, во-первых, включает много новых законов и формул трудных для самостоятельного понимания и усвоения студентами-первокурсниками, во-вторых, уже известные из школьных курсов формулировки и законы физики, записанные в вузовском математическом формализме, становятся для них неузнаваемыми и зачастую непонятными. Более того, как показывает опыт проведения вводного контроля знаний, первокурсники экологических специальностей часто имеют слабую базовую школьную подготовку по математике и физике. Они плохо владеют навыками преобразований математических выражений, решений систем уравнений, действий с векторными величинами в физике, не умеют сформулировать смысл основных физических понятий, путают размерности физических величин и др.

Для успешной реализации основной цели экологического вуза – подготовки специалистов-экологов, обладающих глубокими универсальными профессиональными и специализированными компетенциями способных решать производственные и научные вопросы на базе понимания взаимосвязи природных и техногенных процессов, студент в период обучения должен получить прочные междисциплинарные знания. Важнейшей педагогической задачей при этом является разработка учебно-программной документации, обеспечивающей оптимальный выбор необходимых для каждой специальности дисциплин естественно-научного цикла и их согласование по содержанию, объему и срокам изучения для того чтобы, руководствуясь профессиональными интересами эколога, обеспечить их преемственность с учетом межпредметной интеграции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов-Данильян, В. И., Биосфера и цивилизация / В. И. Данилов-Данильян, И. Е. Рейф. – Москва : Энциклопедия, 2016. – 432 с.
2. Чикова, Т. С. Профессиональные компетенции инженера-эколога и необходимые для их формирования знания физики / Т. С. Чикова, С. Е. Головатый, С. А. Маскевич // Журнал Белорусского гос. ун-та. Экология. – 2021. – № 4. С. 4–19.
3. Образовательный стандарт высшего образования. Первая ступень. Специальность 1-33 01 07: Природоохранная деятельность (по направлениям). Квалификация эколог. инженер по охране окружающей среды: ОСВО 1-33 01 07-2013. – Введ. 30.08.13. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь. 2013. – 43 с.

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ВОЛОНТЕРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ В ОБЛАСТИ РСО

TRAINING OF PROFESSIONAL ENVIRONMENTAL VOLUNTEERS IN THE FIELD OF SEPARATE WASTE COLLECTION

О. П. Дружаккина

O. P. Druzhakina

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» druzhakina@mail.ru
Udmurt State University, Russia, Izhevsk, Universitetskay str., 4

В статье показан опыт комплексной подготовки специалистов в области безопасного обращения с отходами. Удмуртский государственный университет является членом Федерального научно-образовательного Консорциума «Передовые ЭкоТехнологии». Для Университета актуальна задача подготовка квалифицированных кадров в области безопасного обращения с отходами. Университетом реализуется программа подготовки магистрантов по направлению «Промышленная экология» и реализуется проект подготовки