

Подготовка физиков для задач экологического мониторинга (опыт специализирующей кафедры)

**Ю. И. Атрашевский,
А. Н. Красовский,
В. В. Сикорский,
Г. Ф. Стельмах,
В. И. Шупляк;**

Белорусский государственный университет

XX век оставил в наследие человечеству не только великие открытия в физике и математике, биологии и химии, электронике и информатике, но и многочисленные проблемы, связанные с антропогенным воздействием на окружающую среду. Стало понятно, что усилиями лишь общественных организаций и отдельных энтузиастов нельзя обеспечить охрану окружающей среды, поскольку для практического решения этой сложнейшей задачи необходим не только высокий уровень специальных знаний и технологий, но и эффективная и комплексная государственная политика, а также высокий уровень межгосударственного взаимодействия.

Необходимо не только целенаправленно изыскивать пути разрешения накопившихся проблем, но и глубоко изучать истоки тех явлений и процессов, которые приводят к экологическим катастрофам, влияют на условия жизни человека, затрагивают саму основу существования цивилизации. Многогранность такого рода задач потребовала развития экологических отраслей науки и техники, привлечения в экологию ученых и специалистов различного профиля.

Многие учреждения высшего образования стали готовить специалистов по экологии, решая эту проблему по двум направлениям – либо обучая специалиста в рамках достаточно узкого направления экологических знаний (эколог-химик, эколог-биолог и т. д.), либо обеспечивая экологическое образование по обширному спектру наук, связанных с экологией, упуская многие вопросы специальных знаний.

Ответственность ученых, в первую очередь физиков, не только за исследование, но и рациональное практическое использование явлений окружающего мира в последние годы становится все более значимой для сохранения экосистемы. В связи с этим обучение студентов естественных и технических специальностей должно преследовать гуманную цель – акцентированное применение знаний об окружающей природе для развития техники и технологий, предотвращающих или ограничивающих разрушительное воздействие человека на среду обитания [1].

Методологической основой экологии как науки служит «системный подход», ориентированный на раскрытие целостности биологических и физических объектов и механизмов их существования. Однако для создания теоретических моделей многопараметрических, сложнокомпонентных объектов, в которых непрерывно реализуются процессы переноса энергии, вещества и информации, необходимы в первую очередь знания фундаментальных законов развития природы, которые обобщает физическая теория [2].

С этой точки зрения выпускники физических факультетов университетов, получающие наиболее глубокие знания о строении материи и ее фундаментальных свойствах, о законах взаимодействия излучения с атомами и молекулами, о физических основах и методах диагностики вещества, потенциально наиболее подготовлены к освоению такой комплексной профессии. Экологические исследования и технологии связаны с достаточно сложными техническими и математическими методами. Для реализации экологического мониторинга требуются разнообразные аналитические подходы, сложная оптико-электронная аппаратура, обработка больших массивов данных при помощи современных компьютерных систем на основе специально разработанных программных пакетов.

Эффективность работы выпускника-физика в области экологии будет значительно выше, если знания он будет получать не после окончания УВО, а в процессе изучения специальных курсов при освоении содержания соответствующих образовательных программ, решая экологические вопросы при подготовке курсовых и дипломных работ, участвуя в исследованиях различных научных коллективов. Такая концепция обучения позволяет во многом избежать трудностей, связанных с подготовкой специалистов-экологов [3].

Экологическая обстановка в Республике Беларусь значительно ухудшилась в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС и характеризуется наличием районов с высоким уровнем химического и радиационного загрязнения. Необходимость проведения экологического мониторинга и исследования состояния природной среды, рационального использования природных ресурсов в совокупности сделали весьма актуальными разработку и создание новых комплексных методик диагностики территорий с применением дистанционных, наземных и лабораторных методов и средств измерений.

В Республике Беларусь создана целая сеть геоэкоинформационных структур, нацеленных на решение сложных экологических задач. Для их функционирования потребовались специалисты различного профиля,

в том числе и в области физики, владеющие современными физическими методами получения, обработки, хранения, анализа и представления информации с использованием компьютерных технологий.

С целью подготовки физиков такого профиля на физическом факультете Белгосуниверситета под руководством академика Л. И. Киселевского в начале 90-х гг. XX в. была введена новая специализация «Физическая информатика» [4].

Методические аспекты формирования учебного плана и учебных программ дисциплин данной специализации были основаны на следующих принципах:

- углубленная подготовка в области физики строения вещества, изучения процессов переноса излучения, взаимодействия излучения и частиц с веществом в жидком, газообразном, твердом и плазменном состояниях, т. е. в области фундаментальных основ современных физических методов диагностики;
- освоение методов и средств получения, обработки, анализа и представления физической информации, использование компьютерных технологий для решения практических задач по дистанционной диагностике среды;
- изучение экологических аспектов, протекающих в природе физических процессов и явлений, и их связи с деятельностью человека;
- последовательная и непрерывная компьютерная подготовка, совершенствование навыков программирования, широко используемых при обработке физической информации, больших массивов данных, сопоставлении теории и эксперимента.

Подготовка высококвалифицированных специалистов-физиков в области экологии требует оптимального сочетания фундаментального образования в области физики, математики, информатики и обучения в области прикладных проблем. Этого можно достичь, формируя единую систему общих и специальных дисциплин, общих и специальных лабораторий.

Такой учебный план реализован на кафедре физической информатики и атомно-молекулярной физики БГУ при подготовке специалистов в области физической информатики. Цикл дисциплин специализации включает базовые курсы лекций по методам и средствам физических измерений применительно к дистанционной оптической диагностике различных сред. Например, в курсе лекций «Оптическая спектрометрия и энергетическая фотометрия» наряду с изучением общих вопросов фотометрии, принципов действия и характеристик спектральных приборов изучаются вопросы, связанные с задачами оптического дистанционного зондирования, методикой и аппаратурой, обеспечивающей такие эксперименты, рассматриваются

аспекты их использования при изучении вопросов экологии окружающей среды, состояния растительного покрова. Данный курс сопровождается лабораторией по спектрометрии и фотометрии оптического излучения.

Дисциплина «Физические основы дистанционного зондирования» знакомит студентов с задачами и техническими средствами дистанционного зондирования природной среды, организацией радиационного и экологического мониторинга, методами тематической интерпретации данных. В ней обсуждаются вопросы, связанные с прямыми и обратными задачами дистанционного зондирования, приборами для проведения экспериментальных исследований, методами распознавания образов в задачах обработки аэрокосмической информации, структурой геоэкоинформационных систем.

В ряду дисциплин специализации важное место занимает курс «Основы физики атмосферы», в котором излагаются основные сведения о физических процессах в атмосфере, их количественном описании и взаимных зависимостях. Определенная часть курса посвящена экологическим проблемам. Рассматриваются малые составляющие атмосферы, озон и озоновые «дыры», природные и антропогенные влияния на распределение озона и динамику изменения параметров озоносферы. Затрагиваются вопросы экологии атмосферы, парниковый эффект. Анализируются международные соглашения по климату, трансграничный перенос загрязнений.

Лабораторный цикл подготовки по специализации с учетом экологической направленности включает изучение методов и средств спектрально-оптической диагностики, детектирующих приборов и устройств, а на последней стадии обучения – использование полученных навыков при исследовании физических процессов и характеристик объектов в различных агрегатных состояниях. Особенностью данного лабораторного цикла является широкое применение компьютеров на стадиях проведения эксперимента, при обработке результатов и их анализе; использование наряду с традиционными средствами измерений приборов и систем, применяющихся в настоящее время непосредственно в геоэкоинформационных комплексах, привлечение студентов к натурным измерениям ряда геоэкоинформационных параметров (интенсивность и поляризация естественной освещенности, энергетическая яркость излучения солнца в ультрафиолетовой части спектра и т. д.). Теоретически этот специальный лабораторный цикл подкрепляется целым рядом лекционных дисциплин, основная задача которых – дать целенаправленную подготовку для более эффективного и творческого участия студентов в научном эксперименте в период выполнения курсовых и дипломных работ в области экологии. Так, в курсе «Взаимодействие излучений с твердым телом и методы регистрации» изучаются процессы взаимодействия оптических фотонов, высокоэнергетических

излучений и частиц с твердым телом, обсуждаются принципы работы и характеристики оптических и тепловых фотоприемников, рассматриваются механизмы образования радиационных дефектов в твердых телах, работа газоразрядных, полупроводниковых и трековых детекторов. Физический базис знаний о взаимодействии электромагнитного излучения с атомно-молекулярными системами в газовых и жидких средах, получаемых в курсе «Преобразование электромагнитного излучения газофазными и жидкофазными системами», позволяет студентам более аргументированно и профессионально изучать многие экологические проблемы, связанные с влиянием излучения различного спектрального состава на природные объекты и системы.

Важным элементом экологических аспектов подготовки физиков является изучение вопросов, непосредственно связанных с получением, хранением, передачей, обработкой и отображением различной физической информации, т. е. вопросов исследования информационных потоков. В учебном плане специализации этот блок занимает особое место, поскольку такие курсы и лаборатории присутствуют на каждом из трех старших курсов. Общие вопросы физической информатики и компьютерной обработки результатов присутствуют в лаборатории «Методы обработки информации с помощью ЭВМ» и таких дисциплинах, как «Физические основы информационных процессов», «Методы программирования и обработки экспериментальных данных». Изучение последней дисциплины обеспечивает студентам хорошую подготовку в области прикладной статистики и нейросетевой обработки данных.

На старших курсах, когда студенты начинают активно заниматься научной работой, им требуются более обширные знания в области языков программирования и методов решения задач на компьютере. Студентам предлагаются курсы «Программирование на языке C++» и «Компьютерное моделирование физических процессов». Это тем более важно, что студенты, готовя себя к работе в различных областях науки и техники, связанных с геоинформатикой, должны уметь обрабатывать на компьютере большие массивы данных, моделировать различные физические процессы, решать экологические задачи.

Результаты такой базовой подготовки на последней стадии обучения закрепляются при выполнении курсовых и дипломных работ. Кафедра наладила тесное сотрудничество с Национальным научно-исследовательским центром мониторинга озоносферы БГУ, лабораторией дистанционной фотометрии НИИ прикладных физических проблем имени А. Н. Севченко и предоставляет студентам достаточно широкую возможность выбора тематики работ по вопросам физической информатики и экологии. Непосредственно на кафедре студенты выполняют работы по спектрополяризационным исследованиям излучения растительных объектов.

Ряд научно-исследовательских работ студентов получил высокую оценку специалистов при защите дипломных работ перед Государственной экзаменационной комиссией, отмечен грамотами на различных студенческих конференциях. Среди таких работ исследования, связанные непосредственно с решением экологических проблем в рамках государственных и отраслевых научных программ и НИР: «Модернизация методики измерения атмосферного озона фильтруемыми фотометрами», «Спектроскопические признаки поражения вирусом растительного листа», «Классификация природных объектов на изображениях дистанционного зондирования методами математической статистики», «Модель лидарной системы для трассового газоанализа на основе CO₂-лазера», «Компьютерное моделирование распространения вредных примесей в атмосфере на большие расстояния», «Проблемы использования интерференционных фильтров в озонметрических приборах», «Исследование деполяризующей способности листа растения при рассеянии света», «Коррегистрация изображений в каналах видимого и теплового ИК диапазонов авиационной системы контроля чрезвычайных ситуаций». Выпускниками кафедры успешно защищены магистерские диссертации: «Автоматизированная установка для измерения NO₂ в атмосфере», «Нелинейные физические процессы в атмосфере в системах мезомасштабного прогноза погоды».

Как результат того, что многие дисциплины учебного плана специализации «Физическая информатика» связаны с проблемами экологии, физическими методами анализа и контроля состояния окружающей среды, компьютерной обработки данных, студенты после окончания УВО имеют возможность работать в организациях и на предприятиях в области современных эколого-информационных исследований и технологий, успешно осуществлять педагогическую деятельность в учреждениях образования. В целом систему подготовки специалистов в области физической информатики, сложившуюся за последние 20 лет на кафедре физической информатики и атомно-молекулярной физики БГУ, можно с полным правом считать уникальной и имеющей большой потенциал для инновационного развития нашей страны.

Список литературы

1. Трухин, В. И. Экологизация высшего образования. Голос физиков / В. И. Трухин, К. В. Показеев, А. А. Шрейдер // Экология и жизнь. – 2001. – № 1. – С. 32.
2. Алимов, А. Ф. Об экологии всерьез / А. Ф. Алимов // Вестник РАН. – 2002. – № 12. – С. 1075–1080.
3. Подготовка физиков-экологов: проблемы и перспективы / А. П. Клищенко [и др.] // Высшая школа. – 1999. – № 3–4. – С. 40.
4. Методические основы новой специализации «Физическая информатика». Научно-методические проблемы преподавания в вузе / Л. И. Киселевский [и др.]. – Минск: БГУ, 1991. – С. 179.