

УДК 378:544.58:502

**Л. Н. Москальчук, Е. В. Дубоделова**

Белорусский государственный технологический университет

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ РАДИОХИМИИ, РАДИОЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОГО  
КОНТРОЛЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Проанализированы состояние и особенности подготовки специалистов для ядерной энергетики Республики Беларусь. Обоснована необходимость повышения уровня и качества преподавания в области радиохимии, радиоэкологии и радиационного контроля в технических УВО Республики Беларусь при подготовке специалистов первой и второй ступени высшего образования, не включенных в Программу подготовки кадров для ядерной энергетики Беларуси. Предложены направления и способы достижения поставленной цели на примере специальной дисциплины «Радиохимия» для студентов специальности 1-54 01 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции», заключающиеся в актуализации учебных программ; системном расширении технического оснащения учебных лабораторий и постановке новых лабораторных работ; организации проведения выездных обучающих мероприятий на функционирующие ядерные и радиационные объекты Республики Беларусь, отраслевые научные лаборатории и центры; развитии функционирования системы научно-исследовательской работы студентов (далее НИРС) на кафедрах; подготовке дипломных работ с учетом современных требований по обеспечению радиационной безопасности на базе материалов НИРС; проработке вопросов организации и подготовки магистров и научных работников высшей квалификации по смежным научным направлениям.

**Ключевые слова:** высшее образование, ядерная энергетика, безопасное обращение с отходами, качество преподавания, радиохимия, радиоэкология, радиационный контроль, практическая подготовка, система научно-исследовательской работы студентов, выездные обучающие мероприятия, дипломные работы.

**L. N. Maskalchuk, Ye. V. Dubodelova**

Belarusian State Technological University

**INCREASE LEVEL AND QUALITY OF TEACHING  
IN THE FIELD OF RADIOCHEMISTRY, RADIOECOLOGY AND RADIATION  
CONTROL IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

The state and peculiarities of training specialists for nuclear power in the Republic of Belarus are analyzed. The necessity of increasing the level and quality of teaching in the field of radiochemistry, radio-ecology and radiation control in technical colleges of the Republic of Belarus in training specialists of the first and second stages of higher education not included in the Training Program for Nuclear Power Industry of Belarus is substantiated. Suggested directions and ways to achieve this goal on the example of the discipline “Radiochemistry” for students of specialty 1-54 01 03 “Physicochemical methods and devices for quality control of products”, which are the actualization of training programs; system expansion of technical equipment of training laboratories and setting up new laboratory works; organization of conducting out-of-school training events for the functioning nuclear and radiation facilities of the Republic of Belarus, branch scientific laboratories and centers; the development of the functioning of the system of research work of students (hereinafter SRWS) at the departments; preparation of the thesis work taking into account the modern requirements for ensuring radiation safety based on the materials of the SRWS; development of issues of organization and preparation of masters and scientific workers of the highest qualification in related scientific areas.

**Key words:** higher education, nuclear energy, safe waste management, quality of teaching, radiochemistry, radioecology, radiation control, practical training, student research and development system, on-site training activities, thesis papers.

**Введение.** Создание системы безопасного обращения с радиоактивными отходами атомных электростанций (АЭС) в связи предстоящим вводом в эксплуатацию БелаЭС требует подготовки значительного количества высококвалифицированных специалистов в области радиохимии, радиоэкологии и радиационной безопасности. В связи с этим постановлениями Совета Министров Республики Беларусь № 1329 от 10 сентября 2008 г. и № 250 от 28 марта 2016 г. утверждены «Государственная программа подготовки кадров для ядерной энергетики Республики Беларусь на 2008–2020 годы» и Государственная программа «Обра-

зование и молодежная политика» (подпрограмма 10 «Подготовка кадров для ядерной энергетики»). В соответствии с данными программами с 2018 по 2020 гг. будет подготовлено 660 специалистов для ядерной энергетики по специальностям: 1-70 07 01 «Строительство тепловых и атомных электростанций», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электростанций», 1-43 01 01 «Электроэнергетические системы и сети», 1-53 01 04 «Автоматизация и управление энергетическими процессами» в Белорусском национальном техническом университете; специализациям 1-31 04 01-05 «Физика. Ядерная физика и технологии», 1-31 05 01-01 12 «Радиационная химия», 1-31 05 01-01 13 «Радиохимия», 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ; 1-36 04 02 04 «Электронные системы контроля и управления на АЭС» в УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». Несомненно, профильным УВО по радиохимическому направлению является БГУ (химический факультет), который за последние 10 лет готовит 90 специалистов в год. Практический опыт подготовки специалистов БГУ в данном направлении потребовал разработки новых и весьма актуальных в настоящее время дисциплин:

- «Действие ионизирующих излучений на материалы в ядерной технике»;
- «Защита от ионизирующих излучений»;
- «Вывод АЭС из эксплуатации и обращение с радиоактивными отходами»;
- «Менеджмент ядерных знаний»;
- «Химические проблемы и моделирование процесса коррозии в условиях АЭС и при захоронении радиоактивных отходов».

Реализация вышеперечисленных программ обусловлена анализом потребностей ядерной энергетики Беларуси. Однако развитие данной отрасли связано также и с ужесточением требований по радиационному контролю в отношении как загрязненных радионуклидами территорий, так и выпускаемой промышленной, продовольственной продукции. В этой связи понятна важность и необходимость повышения уровня знаний будущих специалистов в области радиохимии и радиоэкологии не только по указанным специальностям, но и многим другим направлениям промышленной и продовольственной отраслей производств. Это, по нашему мнению, может быть обеспечено путем либо введения новых практико-ориентированных дисциплин в разрезе специальностей и направлений, либо совершенствования преподаваемых специальных дисциплин в технических УВО Республики Беларусь.

**Основная часть.** В настоящее время в БГТУ вопросы радиохимии и радиационной безопасности рассматриваются на всех факультетах в рамках общеобразовательных дисциплин «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность», «Безопасность жизнедеятельности человека», где достаточно сложно рассмотреть весь комплекс вопросов по обеспечению радиационной безопасности населения, включая принципы безопасного обращения с радиоактивными отходами и другие актуальные вопросы прикладного характера. В то же время при подготовке специалистов по специальностям «Лесное хозяйство» и «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» в учебных планах предусмотрено изучение таких специальных дисциплин, как «Лесная пирология с основами радиоэкологии» и «Радиохимия».

В рамках читаемых и других специальных дисциплин, по нашему мнению, следует учитывать опыт БГУ и разработанную в рамках подготовки специалистов для ядерной энергетики учебно-программную документацию. Так, по нашему мнению, необходимо освещать общие вопросы, связанные с защитой от ионизирующих излучений, обращением радиоактивных отходов и менеджментом ядерных знаний. В целом при подготовке специалистов по косвенно связанным с ядерной энергетикой специальностям и направлениям, следует не только уделять внимание классическим теоретическим положениям, но и рассматривать важные практические аспекты [1] с учетом современной научной, законодательной и нормативно-правовой базы

Республики Беларусь и Евразийского экономического союза. Следует рассматривать также современное состояние и методологию решения вопросов радиационной безопасности, полученных в рамках деятельности таких международных организаций, как Международное агентство по атомной энергии, Международная комиссия по радиологической защите, Всемирная организация здравоохранения, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН и др. Это отражено нами в лекционном курсе «Радиохимия» для студентов специальности 1-54 03 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» [2].

Вопросы практической подготовки по данному курсу должны быть согласованы с теоретическим материалом и освещать специальные вопросы и особенности сферы промышленного и продовольственного производств, что может быть в достаточном объеме реализовано на лабораторных работах [1]. На кафедре физико-химических методов сертификации продукции (ФХМСП) это достигается путем проведения лабораторных работ с использованием современного дозиметрического, радиометрического и спектрометрического оборудования, конечной целью которых является выдача конкретных рекомендаций о возможности применения сельскохозяйственной продукции и продукции лесного хозяйства по назначению. В настоящее время лаборатории кафедры физико-химических методов сертификации продукции оснащены для проведения таких работ следующим оборудованием: гамма-бета-спектрометр МКС-АТ1315; дозиметры-радиометры МКС-АТ1125 с интеллектуальным блоком детектирования БДПС 02, позволяющим измерять плотность потока альфа- и бета-частиц с загрязненных поверхностей, амбиентный эквивалент дозы и мощность амбиентного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучения; дозиметры ДКГ-АТ2503А; бета-радиометр РУБ-91 и др. На наш взгляд, актуальна постановка лабораторной работы по оценке готовности к проведению определения содержания радионуклидов естественного и искусственного происхождения в объектах окружающей среды (питьевая вода, сельскохозяйственные растения, почвы, калийные соли и продукты ее переработки) с применением комплекса измерительного универсального УИМД (НПП «Доза», Россия). Названный комплекс предназначен для дозиметрического, радиометрического и технологического контроля на объектах атомной энергетики и радиохимических производств; промышленных предприятиях, использующих источники ионизирующих излучений; пунктах специального и таможенного контроля и в службах экологического и санитарно-эпидемиологического надзора. При оснащении блоком детектирования БДЗБ-100Л данный комплекс позволяет регистрировать энергию и плотность потока бета-излучения, исходящего от любого имеющегося в лаборатории объекта. Целью работы является оценка уровня подготовки химической посуды, сосудов Маринелли, проподготовки анализируемой пробы к испытаниям, испытательного и вспомогательного оборудования согласно методике выполнения измерений; а также оценка радиационной безопасности работы оператора.

Другим, не менее важным направлением является организация и проведение просветительских и учебно-образовательных мероприятий [3], в том числе посещение научно-исследовательских центров, радиационных объектов Республики Беларусь и др. В 2018 г. такое мероприятие запланировано для студентов 2-го курса факультета технологии органических веществ в виде визита в Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси для получения представления о функционирующих ядерных, радиационных объектах и научных лабораториях.

Вопросы радиохимии и радиоэкологии внесены в планы работы студенческой научно-исследовательской лаборатории «Качество и безопасность продукции» БГТУ, основной задачей которой является вовлечение студентов в творческий процесс обучения и освоения дисциплин путем создания условий для выполнения самостоятельной научной и практической работы [4]. В 2017 г. в направлении оценки радиационного риска при самостоятельной рыбной ловле на р. Березине работали 2 студента 3-го курса, которые подготовили материалы для участия в международных конференциях «Устойчивое развитие: региональные аспекты» (Брест, 20–21 апреля

2017 г.) и «Молодые исследователи – регионам», секция «Экология и природопользование» (Вологда, 18–19 апреля 2017 г.). В 2018 г. работа студентами в данном направлении продолжается, и ее результаты планируется использовать в учебном процессе, в том числе при подготовке дипломных работ, затрагивающих актуальные вопросы радиохимии и радиобиологии.

Еще одним важным направлением подготовки специалистов для ядерной энергетики Республики Беларусь согласно вышеприведенным государственным программам является подготовка магистров и научных работников высшей квалификации, в том числе путем организации обучения, технического сотрудничества, стажировок, повышения квалификации на действующих ядерных объектах республики и за рубежом. Учитывая определенные сложности выполнения планов подготовки магистров и научных работников высшей квалификации, в БГТУ (на базе кафедры ФХМСП) ведется проработка вопроса по подготовке специалистов смежных направлений и организация стажировок профессорско-преподавательского состава (ППС) кафедры в ОИЭИ (Дубна, Россия).

**Заключение.** Для повышения уровня и качества преподавания дисциплин в области радиохимии, радиоэкологии и радиационной безопасности необходима организация и проведение на постоянной основе ППС следующих видов работ:

- актуализировать учебные программы специальных дисциплин по проблемным вопросам развития и функционирования ядерной отрасли республики и прорабатывать эти вопросы при проведении аудиторных занятий, предусмотренных учебными планами (лекции, лабораторные работы и др.);

- системно повышать техническое оснащение учебных лабораторий современным радиометрическим оборудованием, используемым для контроля уровня радиационной безопасности различных объектов, необходимым для проведения измерений с требуемой точностью [5];

- системно актуализировать лабораторный практикум путем подготовки новых лабораторных работ, предусматривающих их проведение на имеющемся и новом радиометрическом оборудовании;

- организовывать проведение выездных учебно-образовательных мероприятий на функционирующие ядерные и радиационные объекты Республики Беларусь и отраслевые научные лаборатории и центры. В Республике Беларусь они могут быть реализованы на базе кафедр химического факультета БГУ, ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» НАН Беларуси;

- развивать функционирование системы научно-исследовательской работы студентов на кафедрах путем проведения научно-исследовательских работ со студентами по актуальным направлениям радиохимии, радиоэкологии и радиационной безопасности во внеучебное время в рамках работы студенческих научно-исследовательских лабораторий, кружков, проблемных групп и т. п.;

- организовать выполнение студентами дипломных работ на кафедрах с учетом современных требований по обеспечению радиационной безопасности на основе материалов и результатов, полученных в рамках выполнения научно-исследовательских работ.

Практическая реализация предлагаемых мероприятий способствует достижению общих целей подготовки специалистов и приобретению ими комплекса необходимых компетенций согласно действующим образовательным стандартам высшего образования Республики Беларусь.

### Литература

1. Иванченко И. В. Проблема повышения качества образования в вузе // Молодой ученый. 2016. № 5 (109). С. 18–21.

2. Дубоделова Е. В., Ветохин С. С. Радиохимия. Учебная программа учреждения высшего образования для специальности 1-54 01 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции». Минск: БГТУ, 2014. 11 с.

3. Поленов Б. В., Нестеров В. П. Цели и пути улучшения знаний учащихся общеобразовательных учреждений по радиоэкологии // АНРИ: журнал / Научно-производственное предприятие «Доза». 2013. № 3 (74). С. 69–72.

4. Методические рекомендации по организации научно-исследовательской работы студентов учреждений высшего образования. Минск: Министерство образования Респ. Беларусь, 2017. 11 с.

5. Солонин С. И., Кортков С. В. Качество образования: проблемы и задачи изменения внутренней среды ВУЗа // Университетское управление: практика и анализ. 2003. № 2 (25). С. 64–69.

### References

1. Ivanchenko I. V. The problem of improving the quality of education in high school. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2016, no. 5 (109), pp. 18–21 (In Russian).

2. Dubodelova Ye. V., Vetokhin S. S. *Radiokhimiya. Uchebnaya programma uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya dlya spetsial'nosti 1-54 01 03 "Fiziko-khimicheskiye metody i pribori kontrolya kachestva produktsii"* [Radiochemistry. Curriculum of higher education institutions for specialty 1-54 01 03 "Physical and chemical methods and devices of quality control"]. Minsk, BGTU Publ., 2014. 11 p.

3. Polenov B. V., Nesterov V. P. Goals and ways to improve the knowledge of students of general educational institutions in radioecology. *ANRI* [ANRI], 2013, no. 3 (74), pp. 69–72 (In Russian).

4. *Metodicheskiye rekomendatsii po organizatsii nauchno-issledovatel'skoy raboty studentov uchrezhdeniy vysshego obrazovaniya* [Guidelines for the organization of research work of students of higher education institutions]. Minsk, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 2017. 11 p.

5. Solonin S. I., Kortov S. V. Quality of education: problems and tasks of changing the internal environment of the University. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz* [University management: practice and analysis], 2003, no. 2 (25), pp. 64–69 (In Russian).

### Информация об авторах

**Москальчук Леонид Николаевич** – доктор технических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: leonmosk@tut.by

**Дубоделова Екатерина Владимировна** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: katedubodelova@tut.by

### Information about the authors

**Maskalchuk Leonid Nikolaevich** – DSc (Engineering), PhD (Agriculture), Professor, the Department of Physical and Chemical Methods of Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: leonmosk@tut.by.

**Dubodelova Yekaterina Vladimirovna** – PhD (Engineering), Senior Lecturer, the Department of Physical and Chemical Methods of Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, The Republic of Belarus). E-mail: katedubodelova@tut.by

Поступила 05.04.2018