

Заключительным этапом расчета требуемой радиационной защиты является определение толщины выбранного защитного материала по определенной кратности ослабления мощности эквивалентной дозы и энергии ионизирующего излучения. С выбором энергии ионизирующего излучения также имеются свои трудности. Не всегда пучки ионизирующего излучения являются моноэнергетическими. Так, в пучках фотонного излучения рентгеновских аппаратов и ускорителей содержатся фотоны самых разных энергий. Приходится выбирать некую эффективную энергию, что не всегда является простой задачей. Эта же проблема существует и с радионуклидными ИИИ. При распаде ядра атома могут испускаться несколько гамма-квантов с разными энергиями и в разном процентном соотношении.

Особенно сложно проводить расчеты радиационной защиты от рассеянного ионизирующего излучения. Так, при расчетах стационарной радиационной защиты помещений для аппаратов дистанционной лучевой терапии приходится использовать громоздкие формулы и затрачивать большое количество рабочего времени. В отдельных случаях можно получить только какие-то оценочные значения.

При проектировании помещений радиационного объекта обязательно следует учитывать закладку в стационарной защите (стенах, полу, потолке) элементов систем электроснабжения, водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, что может привести к ослаблению радиационной защиты. Для каждого такого случая приходится находить отдельное решение.

Следует также отметить, что согласно статье 3 Технического регламента Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР-2009/013/by) при проектировании сооружений должна быть проведена количественная оценка риска «...с использованием расчетных, экспериментальных, экспертных методов или по данным эксплуатации аналогичных сооружений».

Поступила 02.09.2022

ФОРМИРОВАНИЕ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ

Дюбкова-Жерносек Т.П., к.м.н., доцент, djubkova_t_p@mail.ru

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

Радиологическая культура является неотъемлемой составной частью культуры безопасности жизнедеятельности человека. Она характеризует уровень подготовки к защите от опасностей, возникающих в различных ситуациях облучения, и осознанную потребность в соблюдении существующих норм и правил безопасного поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций на радиационных объектах. Трудно не согласиться с точкой зрения Л.А. Конновой (2018), согласно которой радиологическая культура остается до настоящего времени важнейшим аспектом безопасности жизнедеятельности «в связи со стремительным развитием и ростом мировой атомной энергетики, постоянно расширяющейся сферой использования источников ионизирующего излучения и риском чрезвычайных ситуаций радиационного характера» [1].

Среди основных факторов, определяющих развитие системы ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь в последние десятилетия, необходимо выделить долгосрочные последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС и реализацию первой ядерной энергетической программы, связанной со строительством и поэтапным вводом в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции. Последствия чернобыльской катастрофы касаются как территорий отдельных областей страны, подвергшихся радиоактивному загрязнению различной плотности с последующей миграцией радионуклидов с длительным периодом полураспада в окружающую среду, так и состояния здоровья людей, проживающих в условиях возможной инкорпорации радиоактивных веществ. «Концепция защиты населения и охраны окружающей среды вследствие наличия сложных взаимосвязей (...) предполагает интегрированный подход к обеспечению в настоящее время и в будущем устойчивого развития сельского, лесного хозяйства, рыболовства и туризма, а также использования природных ресурсов» [2].

Продвижению новых подходов к формированию радиологической культуры способствует профилактическая и разъяснительная работа с населением, включая такую целевую аудиторию, как молодежь. Однако содержание, формы и методы этой работы со студентами учреждений высшего образования существенно отличаются от информационно-просветительских и иных мероприятий, проводимых среди других категорий населения. Учебная дисциплина «Радиационная безопасность»

является обязательной для изучения на первой ступени высшего образования в учреждениях высшего образования Республики Беларусь и входит в состав интегрированной учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека». Принимая во внимание тот факт, что данная дисциплина является непрофильной для студентов, обучающихся по гуманитарным и педагогическим специальностям, требуется внедрение в образовательный процесс инновационных технологий, стимулирующих самостоятельную учебно-познавательную активность обучающихся в области радиационной безопасности и обеспечивающих персональный путь реализации личностного потенциала в ходе образовательного движения по индивидуальным траекториям. Достижению этой цели способствует продуктивное обучение, ориентированное «не столько на изучение известного, сколько на приращение к нему нового», создание обучающимся материализованного продукта собственной учебной деятельности [3]. Творческая самореализация обучающегося в процессе создания образовательных продуктов в изучаемых областях знаний и выстраивание им индивидуальной образовательной траектории в каждой из образовательных областей являются важнейшими критериями эвристического подхода к обучению. По внешним продуктам при эвристическом обучении происходит диагностика внутренних приращений — знаний, умений, опыта, навыков, компетентностей, способностей и других личностных качеств обучающегося, получивших развитие при создании им материализованного продукта самостоятельной учебной деятельности [4].

Цель работы — обосновать роль эвристического обучения в формировании радиологической культуры студентов непрофильных специальностей при освоении учебной дисциплины «Радиационная безопасность» (на примере эвристического интернет-занятия).

Настоящая статья является результатом участия автора в дистанционной программе повышения квалификации «Методика обучения через открытие: как обучать всех по-разному, но одинаково», организованной в Белорусском государственном университете в рамках реализации проекта «Педагогическая мастерская online-обучения: опыт БГУ» (май — июнь 2020 г.).

Эвристическое интернет-занятие проводилось со студентами первого курса факультета международных отношений Белорусского государственного университета, обучающимися по специальности 1–25 01 03 «Мировая экономика» (далее — МЭ), в рамках текущего контроля знаний по теме «Основные меры защиты населения от радиационного воздействия при авариях на атомных электростанциях». Этапы его проведения соответствуют трехступенчатой последовательности эвристической деятельности обучающегося, изложенной в работе А. Д. Короля [5]. На подготовительном этапе преподаватель размещает на Образовательном портале (на базе LMS Moodle) открытое задание, содержание которого является основным фактором, определяющим уровень творческой самореализации обучающегося в процессе самостоятельной учебной деятельности. Ниже приводится текст эвристического (открытого) задания когнитивного типа, предназначенного для изучения студентами реального объекта действительности:

«Опасная „тройка“». *Одной из эффективных мер снижения дозы облучения людей, проживающих на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на атомной электростанции, является исключение из рациона продуктов, интенсивно накапливающих радионуклиды.*

Вообразите себя волонтером, прошедшим специальную подготовку по организации питания людей в условиях радиационного воздействия. Представьте, что вы проводите разъяснительную работу среди населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами.

1. Составьте таблицу и включите в нее перечень продуктов убоя животных и продуктов их переработки, разрешенных к употреблению в условиях радиационного воздействия (левый столбец) и требующих исключения из рациона из-за способности накапливать радионуклиды в значительном количестве (правый столбец). Количество наименований в каждом столбце — не менее пяти.

2. Выделите из перечня различных продуктов питания, накапливающих радионуклиды, не менее трех продуктов, подлежащих первоочередному исключению из рациона после радиационной аварии. Обоснуйте свой выбор.

Оформите идеи и предложения в виде текста (до двух страниц).

Сравнительный анализ предметных образовательных продуктов, созданных обучающимися, свидетельствует об их индивидуальной (субъективной) новизне и подтверждает «открытый» характер эвристического задания. Его выполнение предусматривает самостоятельную учебно-познавательную деятельность студентов в области радиационной безопасности и гигиены питания в условиях радиационного воздействия. Каждый обучающийся создает собственный продукт исходя из соответствующего уровня знаний, умений, способностей, жизненного опыта, способов деятельности, который отличается от предметных образовательных продуктов других студентов. Одним из критериев оценки материализованного продукта обучающегося является новизна, но при этом учитываются описанные в литературе различные категории новизны — «принципиально (качественно) новое», имеющее

не только личностную, но и социокультурную значимость, и «новое во времени», особенностью которого является приобретение предметом такого качества, в силу которого он представляет собой очередной (еще один) экземпляр исходного. Это «новое во времени» имеет прежде всего личностную значимость и отражает образовательное приращение по сравнению с исходным уровнем знаний, умений, способностей, компетентностей студента. В качестве примера приводится материализованный продукт самостоятельной учебной деятельности студентки группы МЭ-8 Татьяны Борисовец (в сокращенном виде). К перечню продуктов убоя животных и продуктов их переработки, разрешенных к употреблению в условиях радиационного воздействия, студентка относит мясо, подвергшееся кулинарной и технологической обработке (в домашних условиях отдает предпочтение отварному мясу с соблюдением таких требований, как тщательное промывание его проточной водой перед погружением в кипящую воду, отваривание в большом объеме воды, отказ от употребления мясного бульона, загрязненного радионуклидами в процессе варки мяса), мясо молодых животных (менее интенсивно накапливающих радиоактивные изотопы цезия по сравнению с мясом старых по критерию возраста животных), мясо сельскохозяйственных животных (менее интенсивно накапливающих цезий-137 по сравнению с дичью), мясо свиньи (по сравнению с мясом крупного рогатого скота, вскармливаемого радиоактивно загрязненной травой при выпасе на зараженных пастбищах, а также имеющего более высокие дозовые нагрузки из-за поступления радионуклидов ингаляционным путем и через кожные покровы), сало и жир (при перетопке жира 95 % радионуклидов остается в шкварке). В перечень мясной продукции, требующей исключения из рациона в условиях радиационного воздействия, студентка включила свежее мясо, не подвергшееся кулинарной и технологической обработке (вне зависимости от видовой принадлежности), мясо диких животных (кабан, заяц и др.), мясо старых животных, в мышечной ткани которых интенсивно накапливается цезий-137, говядину (особенно не подвергшуюся обработке), мясо-костные бульоны и субпродукты (легкие, почки и др.).

Среди продуктов, подлежащих первоочередному исключению из рациона при радиационной аварии, студентка выделила в первую очередь листовые овощи (салат, щавель), корневая система которых расположена неглубоко и интенсивно поглощает из поверхностных слоев почвы радионуклиды. Кроме того, наземные зеленые части листовых овощей загрязняются выпадающими из радиоактивного облака изотопами, которые по пищевой цепи поступают в организм сельскохозяйственных животных и человека. Логичным представляется обоснование студенткой первоочередного исключения из рациона как детей, так и взрослых коровьего молока в случае радиационной аварии с выбросом радиоактивных веществ (при выпасе животных на зараженных пастбищах в условиях неконтролируемого поступления в их организм радионуклидов любыми возможными путями — с пищей, водой, ингаляционным путем, через кожные покровы — и дальнейшей миграции в ткани, секреты, включая молоко, и экскреты). Студентка рекомендует также исключить из питания дикорастущие ягоды и грибы, интенсивно накапливающие радионуклиды.

Следует подчеркнуть, что эвристическое обучение не предполагает наличия однозначных, заранее известных «правильных» или «неправильных» ответов на открытое задание. Материализованный продукт самостоятельной учебной деятельности обучающегося является по своей сути уникальным, это результат его творческой самореализации, развития приоритетных эвристических качеств, неразрывно связанных с внешним продуктом. Сравнивая созданный собственный продукт с культурно-историческим аналогом (ссылку на источник предоставляет преподаватель после выполнения студентом открытого задания) и продуктами других обучающихся и совместно обсуждая их на последующих этапах эвристического интернет-занятия, студент имеет возможность самостоятельно исправлять возможные ошибочные или ограниченные представления об окружающем мире и корректировать систему своих взглядов и оценок. Диалог способствует личностному росту обучающегося, обогащает его новыми знаниями, актуализирует их, позволяет преодолеть односторонность индивидуального жизненного опыта, являясь эффективным инструментом познания и понимания реальной картины мира.

Рефлексивно-оценочный этап эвристического интернет-занятия свидетельствует о том, что главным результатом выполнения открытого задания как основного содержательного элемента эвристического обучения является личностное образовательное приращение. Создание материализованного продукта самостоятельной учебной деятельности студента представляет собой внешний компонент образовательной продукции, но определяющее значение в результате использования технологии эвристического обучения имеет развитие внутренних изменений в виде эволюции личностных качеств обучающегося, его умений, видов деятельности, представлений о своих способностях, жизненных целей, которые лежат в основе формирования радиологической культуры как составной части культуры безопасности жизнедеятельности. Это подтверждают фрагменты рефлексии студентов первого курса группы МЭ-8, представленные ниже.

Татьяна Борисовец. При выполнении открытого задания у меня возникали различные эмоции, нередко даже чувство огорчения тем, что мы, люди, часто не задумываемся, какие продукты питания потребляем, каков уровень возможного загрязнения радионуклидами продукции, продаваемой в несанкционированных местах без соответствующих документов, подтверждающих радиологическую экспертизу продуктов. Но следует отметить, что именно пережитые мной эмоции побудили меня к разработке рекомендаций по питанию людей, проживающих на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на атомной электростанции. Существенным достижением при выполнении данной работы стало для меня значительное расширение объема собственных знаний в рамках изучаемой проблемы, которая, по моему мнению, является актуальной и на сегодняшний день. В процессе выполнения открытого задания я в очередной раз задумалась над ценностью человеческой жизни. Оно помогло мне снова осознать трагедию чернобыльской катастрофы, как будто заново «прожить» ее, зная только по фильмам и книгам в силу моего возраста. Я убеждена, что такие трагедии не проходят бесследно в течение многих десятилетий и даже столетий, как не теряет свою злободневность эта катастрофа.

Елизавета Лавренова. В процессе изучения данной проблемы у меня возникло вначале чувство страха, так как ко мне пришло осознание того, сколько раз я подвергала опасности свой организм из-за возможности попадания в него радиоактивных веществ. Более того, возникло даже некоторое чувство вины за других людей из-за безответственности, с которой они подходят к выбору продуктов питания в настоящее время, и отношения к своему здоровью. В процессе выполнения задания у меня возникло искреннее желание изучить эту проблему как можно более глубоко, чтобы понимать связь между состоянием здоровья человека и качеством продуктов питания, которые, возможно, и на сегодняшний день в какой-то мере загрязнены радионуклидами. Ведь у многих из них огромный период полураспада, гораздо больший, чем продолжительность жизни человека. Я считаю, что главный результат проделанной мною работы — осознание масштаба проблемы! Это обстоятельство влечет за собой деятельность с моей стороны, направленную на сохранение здоровья, которое тесно связано не только с количеством, но и с качеством потребляемой пищи. Я стала более ответственно подходить к выбору продуктов питания, требовать сертификаты качества и результаты контроля содержания в них радионуклидов. Считаю такой подход обоснованным, исходя из продолжающихся негативных последствий чернобыльской катастрофы.

Анна Rogovцова. Выполняя это задание, я впервые поняла, насколько огромно и небезопасно радиационное воздействие. Думаю, что невозможно составить такой список продуктов питания, который полностью исключает содержание в них радионуклидов, особенно после аварии на Чернобыльской атомной станции. Риски для здоровья людей все равно остаются, но человек может их уменьшить, если будет следовать рекомендациям. Эта проблема очень актуальна для меня и моей семьи. Я росла в Славгородском районе, который относится к загрязненным радионуклидами территориям. До момента выполнения этого открытого задания я даже не задумывалась над тем, употребления каких продуктов следует избегать, как можно уменьшить в них содержание радионуклидов. Я считаю, что изменение моего отношения к этой проблеме является наиболее значимым личным результатом выполнения открытого задания.

Таким образом, использование технологии эвристического обучения в рамках освоения дисциплины «Радиационная безопасность» студентами непрофильных специальностей обеспечивает формирование у них радиологической культуры, являющейся компонентом культуры безопасности жизнедеятельности. Работа над открытым заданием позволяет обучающемуся создать материализованный продукт учебной деятельности, обладающий практической значимостью и применимый при необходимости в реальной ситуации, связанной с аварией на радиационном объекте с выбросом радиоактивных веществ. Но главным результатом выполнения эвристического задания является развитие внутренних изменений обучающегося в виде эволюции его знаний, умений, личностных качеств, компетентностей, способов деятельности, то есть личностное образовательное приращение как основа формирования радиологической культуры.

Литература

1. *Коннова, Л. А.* Радиологическая культура населения в контексте безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях радиационного характера / Л. А. Коннова // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности: приоритеты, проблемы, решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 26 сент. 2018 г. / ФГБОУ ВО С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России; сост.: А. В. Зыков [и др.]. — СПб., 2018. — С. 7–10.
2. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности [Электронный ресурс] // Международное агентство по атомной энергии. — Ре-

жим доступа: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_R_web.pdf. — Дата доступа: 25.08.2022.

3. Хуторской, А. В. Педагогика: учебник для вузов / А. В. Хуторской. — СПб.: Питер, 2019. — 608 с.

4. Король, А. Д. Эвристическое обучение как средство индивидуализации образования. Метод эвристического диалога в обучении / А. Д. Король // Народная асвета. — 2013. — № 10. — С. 10–13.

5. Король, А. Д. Система эвристического обучения на основе диалога: опыт проектирования и реализации / А. Д. Король // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 3. Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія. — 2016. — Т. 6, № 1. — С. 57–64.

Поступила 06.09.2022

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ

¹ Жукова О. М., к. т. н., доцент, olga.zhukova.47@inbox.ru,

¹ Кляус В. В., к. б. н., vkliaus@gmail.com,

¹ Николаенко Е. В., к. м. н., nikolaenko67@gmail.com,

¹ Попова Е. Н., katia.popova6791@gmail.com,

² Трусов А. В., tav@hmc.by,

² Шайбак А. М., sham@hmc.by

¹ Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь;

² Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь

Для решения задач радиационного контроля и оперативного выявления радиоактивного загрязнения окружающей среды в случае радиационных аварий или инцидентов в соответствии с Государственной программой обеспечения Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах наблюдения АЭС в 2002–2006 гг. была создана автоматизированная система контроля радиационной обстановки (далее — АСРК), основу которой составляла система автоматизированных пунктов измерения (далее — АПИ) мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (далее — МЭД).

В 2019–2020 гг. Государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее — Белгидромет) выполнена модернизация АПИ системы АСРК до уровня автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (далее — АСКРО): проведена замена детекторов, усовершенствованы программное обеспечение и средства передачи информации.

АСКРО в Республике Беларусь предназначена для автоматического контроля радиационной обстановки в зоне наблюдения Белорусской АЭС и за ее пределами, а также в зонах влияния АЭС сопредельных государств (Смоленская, Ровенская, Чернобыльская, Игналинская АЭС) [1].

Основными задачами АСКРО являются:

- раннее обнаружение повышенного или аварийного выброса радиоактивных веществ в окружающую среду;
- измерение значений МЭД на местности;
- передача данных об уровнях МЭД в центры реагирования (далее — ЦР) в реальном режиме времени;
- прогнозирование переноса радиоактивного загрязнения с учетом реальных метеорологических условий с использованием программных средств;
- оценка доз облучения персонала и населения, а также выдача рекомендаций для принятия решений о защите населения.

Основу АСКРО составляют:

- система АПИ, расположенных вокруг АЭС, для измерения МЭД (рисунок 1);
- система метеорологических датчиков;
- система спектрометрических датчиков;