

Кушнер Т.Л.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ РАДИОЭКОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

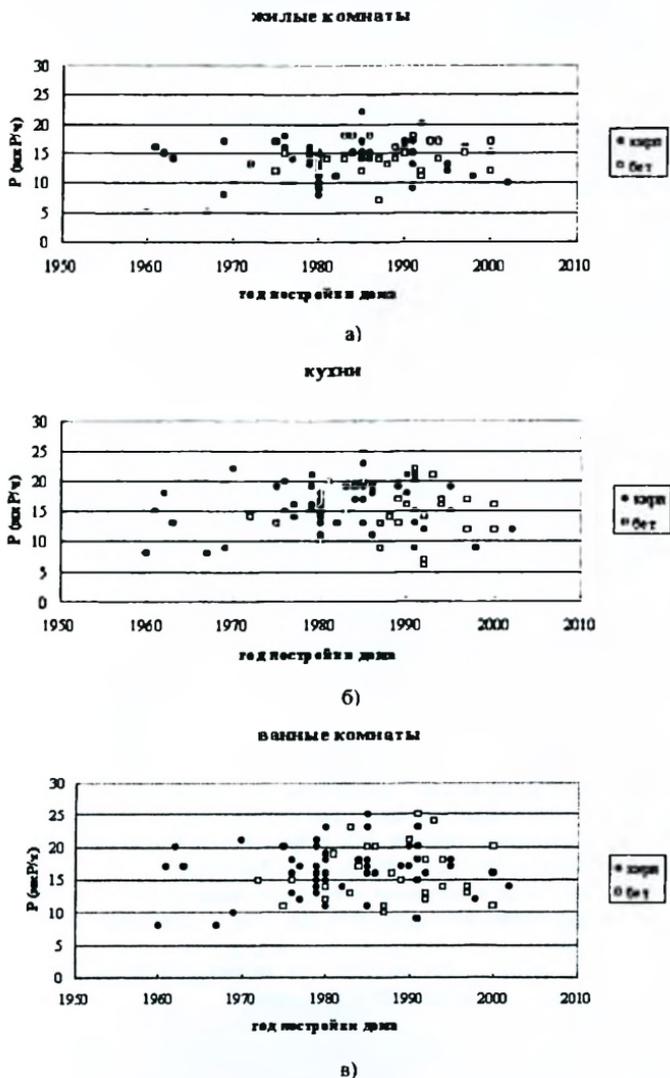
Совершенствование профессиональной подготовки будущего инженера в современных условиях является одной из важнейших задач образовательного процесса. Весомой составляющей образованности жителей Республики Беларусь, «отягощенной» последствиями аварии на Чернобыльской АЭС, должна быть их радиозкологическая грамотность. В процессе разработки той или иной технологии человек может как глобально, так и локально изменить радиационный фон среды обитания [1]. В рамках научно-педагогической деятельности и с целью внедрения новых подходов в образовании на кафедре физики проводится студенческая научно-исследовательская работа в области радиозкологии.

Первый проект был реализован около десяти лет назад. С целью получения достоверной информации о радиационной обстановке студентам строительного факультета было предложено измерить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в квартирах, домах или общежитиях, где они проживают. Целью подобных измерений являлись: закрепление навыков оценки радиационной обстановки, сбор статистической информации. Каждый желающий измерял радиационный фон при помощи дозиметра РКСБ-104 РАДИАП. В измерениях приняли участие 90 человек. Результаты мониторинга приведены на рисунке 1. Информация о результатах измерений опубликована в сборнике студенческих научных статей [2]. Целью данной публикации являлось представление результатов проведенных исследований более широкому кругу студентов. Измерения проводились в жилых комнатах, кухнях и ванных комнатах, которые расположены в многоквартирных домах и коттеджах. В комнатах уровень фона выше 20 мкР/ч обнаружен только в одном случае. Намного больше значений, превышающих 20 мкР/ч, имелось в ванных комнатах и кухнях. Это может быть связано с содержанием радона в данных помещениях, поскольку он может быть растворим в воде и являться примесью природного газа, используемого для приготовления пищи. Кроме того, радон может содержаться в глиноземах, из которых производят керамическую плитку. Необходимо учитывать, что концентрация радона в помещениях может зависеть от строительных материалов, применяемых при отделке. Так, достаточно хорошими «излучателями» радона являются гранит и мрамор, щебень и керамзит. Кроме того, в последнее время в отделочных работах стал применяться так называемый фосфогипс. На сегодняшний день известно, что фосфатные шлаки являются одними из наиболее сильных источников радона. Несмотря на свою дешевизну, строительные материалы из них являются источником дополнительного облучения человека.

Результатом проведенных студенческих исследований стали соответствующие выводы. В условиях техногенного повышения радиационного фона целесообразно проводить измерения концентрации радона во всех помещениях и принимать соответствующие меры по уменьшению его содержания. Это смогло бы существенно снизить дозовую нагрузку на человека со стороны естественных источников радиации. Желательно, чтобы каждый житель Республики Беларусь знал уровень радиационного фона в той местности, где он проживает.

Ионизирующие излучения, как и любые другие факторы внешней среды, окружающие нас в повседневной жизни, зачастую не только не безразличны для человека, но и вредны. Проблема защиты населения от действия ионизирую-

ших излучений носит глобальный характер. В международном масштабе этими вопросами занимается Международная комиссия по радиозоологической защите, в нашей стране – Национальная комиссия по радиационной защите. Основным документом, регламентирующим воздействие ионизирующих излучений в Республике Беларусь – гигиенические нормативы ГН 2.6.1.8-127-2000 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-2000).



а) жилые комнаты; б) кухни; в) ванные комнаты

Рисунок 1 - Результаты мониторинга радиационного фона в жилых помещениях г. Бреста

НРБ-2000 распространяются на следующие виды воздействия радиации: в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения; в результате радиационной аварии; от природных источников излучения; при медицинском облучении. Нормирование ионизирующих излучений осуществляется по нескольким контролируемым параметрам, один из которых – объемная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания, строительных материалах. Известно, что эффективная удельная активность в строительных материалах определяется по трем радионуклидам природного происхождения: радия Ra-226, тория Th-232, калия K-40. В зависимости от значения эффективной удельной активности все строительные материалы делятся на 4 класса.

При чтении курса «Радиационная безопасность» студентам строительного факультета была предложена работа в студенческой исследовательской лаборатории. Далее приводятся результаты одного из исследовательских проектов. Работа выполнялась на общественных началах, в свободное от учебы время. Тема проекта: «Исследование эффективной удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах в зависимости от их класса». Цель работы – проведение радиационного мониторинга сырья и строительных материалов, применяемых в строительстве города Бреста с целью разработки необходимых мер по снижению и смягчению радиационных рисков.

В данной области измерения проводятся органами санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Они осуществляют надзор за выполнением Норм радиационной безопасности. Уполномоченный орган (РУП «Сертиз») в установленном порядке выдает на строительный материал сертификат, в котором указывается, что он соответствует Нормам радиационной безопасности по содержанию природных радионуклидов. Однако зачастую точные численные значения эффективной удельной активности не приводятся. Студентам было предложено определить конкретные численные значения эффективной удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах, применяемых в строительстве в городе Бресте или сырье для производства строительных материалов.

Измерения проводились на радиометре РУГ «ADANI» 91-М в лаборатории «Радиационная безопасность» на кафедре физики. Сбор данных в рамках студенческой исследовательской лаборатории дал возможность за короткий срок получить большой объем информации о содержании природных радионуклидов в строительных материалах в зависимости от исходного сырья и источника их поступления. В таблице 1 приведены результаты измерений для материалов, значение эффективной удельной активности которых выше 100 Бк/кг. Всего силами 35 студентов было исследовано более 50 проб. Кроме приведенных материалов были исследованы: цемент, различные виды керамической плитки, штукатурных и отделочных смесей. Их эффективная удельная активность ($A_{эф}$) не превышала значения 100 Бк/кг. Из данных таблицы 1 видно, что исследованные материалы относятся к первому и второму классу согласно НРБ-2000. Ниже приводятся характеристики для всех классов и требования по использованию в строительстве.

I класс $A_{эф} \leq 370$ Бк/м³ – для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях;

II класс $A_{эф} \leq 740$ Бк/м³ – для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений;

III класс $A_{эф} \leq 1350$ Бк/м³ – для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов;

IV класс $1350 < A_{\alpha} < 4000$ Бк/м³ – вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно по согласованию с республиканским органом санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

При $A_{\alpha} > 4000$ Бк/кг материалы не должны использоваться в строительстве [3].

Ожидаемые результаты НИРС – предоставление широкому кругу общественности информации о содержании природных радионуклидов в строительных материалах, сырье для их производства; повышение качества подготовки высококвалифицированных специалистов (инженеров-строителей) в области радиэкологии строительства.

Таблица 1 – Результаты измерений студенческой исследовательской лаборатории

Материал	A(Ra-226)	A(Th-232)	A(K-40)	A_{α} , Бк/кг
Каолин (Гомельская обл.)	168 ± 34	20 ± 4	466 ± 93	236 ± 35
Каолин (Россия)	71 ± 14	73 ± 15	900 ± 180	479 ± 67
Глина (Брестская обл.)	21 ± 4	53 ± 10	618 ± 124	146 ± 18
Глина (Витебская обл.)	124 ± 25	40 ± 8	1288 ± 258	293 ± 35
Гранит (красный) (Микашевичи)	51 ± 28	60 ± 20	1143 ± 450	221 ± 53
Гранит (черный) (Микашевичи)	160 ± 32	118 ± 24	1400 ± 280	445 ± 50
Шамотный порошок (Россия)	130 ± 26	285 ± 57	54 ± 11	506 ± 79
Кирпич (красный) (Минск)	37 ± 7	50 ± 10	652 ± 130	161 ± 19
Кирпич (красный) (Брест)	0	60 ± 23	70 ± 40	135 ± 63
Плитка (керамическая) (Минск)	120 ± 24	55 ± 11	306 ± 62	220 ± 28
Кирпич (силикатный) (Брест)	0	13 ± 3	1116 ± 682	117 ± 56
Кирпич (силикатный) (Брест)	0	13 ± 3	1116 ± 682	117 ± 56
Керамзит (Минск)	125 ± 25	105 ± 21	1120 ± 224	361 ± 41

Практическая значимость – получение большого набора данных, результатов коллективной работы студентов для эффективного статистического анализа. Из проведенных измерений обнаружено несоответствие первому классу проб черного гранита в связи с превышением допустимых значений удельной активности. Данный материал нельзя использовать при внутренних отделочных работах. Однако он пригоден для отделки фасадов, ступеней, дорожек вне помещений.

Поскольку эффективная удельная активность магматических горных пород на Микашевичском месторождении может изменяться в широком диапазоне,

даже в пределах одной партии сырья, предложено проведение селективного радиометрического контроля на этапах добычи и производства материалов из гранита. Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования дозовых нагрузок населения при облучении, при выборе материалов потребителями, а также в промышленной строительной отрасли. Снижение доз радиации может достигаться ограничением облучения от природных источников. Например, при строительстве домов, в которых предполагается проживание людей с заболеваниями туберкулезом, «переселенцев» из районов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, желательны применение материалов с минимальной эффективной удельной активностью радионуклидов естественного происхождения.

Исследования, проведенные студентами, были важны и с педагогической точки зрения. Выпускникам технических вузов необходимо понимать, что технократическое мышление ведет к экологическому кризису [4]. Надеюсь, что осуществленный проект развил у студентов элементы эконцентрического сознания, и позволит выпускникам строительного факультета «строить» среду обитания, применяя полученные знания в области радиационной экологии и безопасности.

В 2011-2013 учебных годах был реализован еще один проект. Студентами факультета инженерных систем и экологии проведены фрагментарные исследования проб строительных материалов, применяемых в дорожном строительстве Брестской области. Была измерена эффективная удельная активность природных радионуклидов, содержащихся в материалах. Сбор, приготовление проб, измерения проведены согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов» (принят МНТКС 17.06.2000). В ходе научно-исследовательской работы студентов был решен целый ряд задач: изучены основы радиоэкологических знаний; развиты умения и навыки в области радиометрии и дозиметрии; активизирована деятельность по радиологическому мониторингу; усвоены нормы и правила радиационной безопасности. Результаты измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений в рамках студенческих исследований

Наименование населенного пункта, района	Наименование материала				
	Плитка бетонная тротуарная	Камни бортовые бетонные	Песчано-гравийная смесь	Песок	Щебень
Брестский р-н	57,3±11,5	56,2±11,2	100,8±20,8	36,8±7,4	—
г. Береза	42,9±8,6	42,2±8,5	72,1±14,4	108,8±21,8	109,8±22,0
г. Барановичи	83,3±16,7	61,9±12,4	109,8±22,0	46,4±9,3	—
г. Дрогичин	91,5±18,3	59,5±12,0	—	79,3±15,9	—
г. Жабинка	75,8±15,2	65,9±13,2	—	47,1±9,4	—
г. Иваново	50,2±9,9	58,6±11,7	111,2±22,2	—	—
г. Кобрин	58,0±11,6	48,9±9,8	—	—	—
г. Лузинец	67,4±13,5	60,2±13,0	—	44,5±8,9	105,4±21,1
г. Ляховичи	—	—	105,2±31,8	71,8±8,4	—
г. Микашевичи	94,9±19,0	—	104,0±20,8	66,8±13,4	112,0±22,4
г. Пинск	—	188,7±37,7	103,3±20,7	143,0±30,7	140,1±28,0
г. Столин	84,8±16,9	—	—	120,2±24,0	95,4±19,1

С помощью доступного и достаточно простого мониторинга выполнен пусть небольшой, но законченный исследовательский проект [5]. В ходе его проведения были затронуты вопросы о необходимости распространения знаний в области радиоэкологии. Реализация научных исследований дала возможность

формировать у будущих инженеров, специализация которых «Строительство гидромелиоративных систем и дорог», представления о влиянии некоторых экологических факторов на организм человека [6].

В 2013/2014 учебном году в типовые планы первой ступени высшего образования введена дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека». «Радиационная безопасность» является частью интегрированного курса. На лекциях студенты узнают о системе радиационного контроля в Республике Беларусь. Некоторые методики контроля изучаются в лабораторном практикуме. Однако у студентов есть возможность продолжить исследования во внеурочное время в рамках студенческой научной деятельности. Лаборатория радиационной безопасности в последние годы пополнилась современной установкой, гамма-бета-спектрометром МКС АТ1315, которая позволяет вести высокоточные измерения активности проб по многим радионуклидам. Данная установка может использоваться как для оснащения стационарного пункта радиационного контроля в случае возникшей необходимости, так и для решения конкретных радиоэкологических задач.

Научно-исследовательская работа студентов выполняет функцию самореализации. Важно научить будущего специалиста анализировать экологически ориентированную информацию, которая может лечь в основу его практической деятельности. Для самостоятельного решения предлагаются задачи, которые предполагают комплексный подход к решению конкретных проблем. Студентам, заинтересованным в получении научной информации, предоставляется поле научно-исследовательской деятельности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева, В.К. От экологического воспитания к пониманию ноосферы / В.К. Андреева // Советская педагогика. – 1988. – № 9. – С. 23–28.
2. Куликовский, Д.Г. Мониторинг радиационного фона в жилых помещениях г. Бреста / Д.Г. Куликовский // Сборник конкурсных работ студентов и аспирантов БрГТУ. – Брест, 2005. – С. 156–159.
3. Нормы радиационной безопасности: ГН 2.6.1.8-127-2000. – Мн.: УП «Дизжос», 2002. – 97 с.
4. Мамедов Н.М. Экологическая культура и образование / Н.М. Мамедов // Экологическое образование: концепции и методологические подходы: сб. науч. трудов / Под ред. Н.М. Мамедова. – М.: Агентство «ТехноТрон», 1996. – С.10–23.
5. Кушнер, Т.Л. Мониторинг радиоактивности некоторых материалов в рамках студенческих исследований / Т.Л. Кушнер, А.Ф. Михалевиц // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сб. науч. статей Межд. науч.-метод. конф., Брест, 14-15 ноября 2013 г. / БрГТУ, БрГУ им. А.С.Пушкина; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест, 2013. – С. 261–263.
6. Соколов, П.Э. Необходимость контроля радиоактивности строительных материалов / П.Э. Соколов, О.П. Сидельников, Ю.Д. Козлов // Строительные материалы – 1995. – № 9. – С. 18–19.

УДК 3378.016-057.87:69

Леванюк С.В.

ЗНАНИЯ - ВАЖНЫЙ РЕСУРС СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Строительство и его кадры всегда были стратегически важным ресурсом страны. Будет эффективно развиваться строительная отрасль – будет комфортно жить нам с вами. Сегодня строительные профессии настолько востребованы, что возникает определенный дефицит в высококлассных специалистах. Эффек-