

*Ветрова Ю. В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

ОЦЕНКА РИСКА ОПАСНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА СОТРУДНИКОВ И СТУДЕНТОВ*

vs1606@mail.ru

Решение задачи снижения риска опасного влияния факторов среды обитания невозможного без улучшения качества внутренней среды образовательных учреждений, в том числе, обеспечение её экологической безопасности. В работе проведён анализ опасных факторов внешней среды и внутренней среды обитания студентов, сотрудников и преподавателей высших учебных заведений.

Ключевые слова: *риск, среда обитания, фактор, экология, радон, радиационный риск, индивидуальный риск.*

Введение. Неблагоприятные экологические ситуации для образовательных учреждений могут возникать не только в результате кратковременного воздействия сильнодействующих факторов, но и в следствии длительного воздействия сравнительно малоинтенсивных факторов. Кратковременное резкое повышение концентрации вредных веществ в воздухе и сопредельных средах может возникнуть в результате изменения режима работы предприятий, из-за неблагоприятных метеорологических условий или же в результате аварийных выбросов вредных и опасных производств. Постоянно действующими малоинтенсивными факторами, негативно влияющими на здоровье учащихся и студентов, является химическое загрязнение окружающей среды (воздуха, пищевых продуктов, почвы, питьевой воды, воды водных объектов), а также радиационный фон помещений [2].

Вредные химические соединения, загрязняющие внешнюю среду в результате выбросов автомобильного транспорта и промышленности, создают значительную химическую нагрузку на организм человека и существенно повышают риск его заболеваний. Анализ данных об уровнях химического загрязнения среды обитания показывает, что приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества (пыль), формальдегид, аммиак, фенол, сероводород и т.д. Основными загрязнителями питьевой воды являются свинец, ДДТ, хлороформ, мышьяк, кадмий, хром, бор и другие [3].

Методология. В процессе работы был использован системный подход, включающий статистические методы исследования, методы анализа риска опасного влияния факторов среды обитания, математического моделирования.

Основная часть. Основную часть времени студенты, преподаватели и сотрудники ВУЗов проводят в помещениях, в которых они получают от 80 до 90 % общей химической нагрузки. В связи с этим величина индивидуального канцерогенного риска достигает уровня 10^{-3} – $5 \cdot 10^{-3}$. Основным источником загрязнения воздушного

бассейна городов, а следовательно и воздушной среды помещений учебных заведений, является автомобильный транспорт, вклад которого в общее загрязнение воздуха превышает 70 %.

Выбросы автотранспорта содержат более 20 вредных компонентов, среди которых акролеин, формальдегид, оксиды углерода, азота и серы, сажа, свинец, кадмий и канцерогенная группа углеводородов (бензопирен и бензоантроцен). Автомобильное загрязнение воздушной среды имеет ряд отличительных особенностей. Во-первых, число автомобилей быстро увеличивается, что ведет к непрерывному росту валового выброса вредных веществ. Во-вторых, в отличие от промышленных источников загрязнения автомобиль является движущимся источником вредных выбросов, широко распространенным в жилых кварталах. В-третьих, сложная аэродинамическая обстановка в районах городской застройки и случайный характер потоков автотранспорта затрудняют расчет необходимого для прогнозирования риска заболеваний учащихся и студентов пространственного и временного распределения концентрации вредных веществ вблизи учебных заведений.

Положение усугубляется и тем, что выделение вредных примесей и прежде всего свинца автотранспортом производится непосредственное над поверхностью земли, практически в зоне дыхания человека [4]. В результате этого содержание свинца в крови и тканях организма значительно возрастает (до 10 раз).

В связи, одной из наиболее серьезных экологически зависимых болезней студентов является отравление свинцом, обусловленное главным образом неконтролируемым применением этилированного автомобильного топлива.

Среди опасных факторов среды обитания особое место занимает загрязнение воздуха взвешенными частицами, которое имеет место в районах расположения предприятий стройиндустрии, химической, металлургической и горнодобывающей промышленности [5].

Выявлен значительный рост смертности от респираторных и сердечно-сосудистых заболе-

ваний в ближайшие 1-2 дня после пиковых подъемов концентрации пыли в атмосферном воздухе.

При этом количество дополнительных смертей в сотни раз больше, чем от воздействия всех вместе взятых канцерогенных веществ, выбрасываемых в воздух. Установлено, что при среднегодовой концентрации пыли на территории РФ, равной 244 мкг/м³, подъем запыленности воздуха на каждые 10 мкг/м³ вызывает средний прирост смертности на 0,7 % от болезней органов дыхания и на 0,2 % от сердечно-сосудистых заболеваний в течение 1-2 дней после аварийного выброса пыли.

Для моделирования и расчета полей концентрации пыли в местах расположения учебных заведений применялась система уравнений

аэродинамики теплопереноса и конвективной диффузии аэрозолей [6].

Для вычисления риска заболеваний R_3 из-за хронической интоксикации студентов, вызванной химическим загрязнением среды обитания, используется соотношение [7]:

$$R_3 = 1 - \exp \left(-0,174 \left(\frac{C}{C_{ПДК} K} \right)^\beta t \right), \quad (1)$$

где C – концентрация вредного вещества, действующего в течение времени t ; $C_{ПДК}$ – предельно-допустимая среднесуточная концентрация этого вещества; K, β – эмпирические параметры, значения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры для расчета риска хронической интоксикации

Класс опасности	Характеристика	β	K
1-й класс	чрезвычайно опасные вещества	2,4	7,5
2-й класс	высокоопасные вещества	1,31	6,0
3-й класс	умеренно опасные вещества	1,00	4,5
4-й класс	малоопасные вещества	0,86	3,0

При выполнении условия $C < C_{ПДК}$ $\beta = 1$ независимо от класса опасности вещества.

К вредным факторам учебного процесса относится также электромагнитное излучение компьютеров, которому подвергаются студенты, преподаватели и сотрудники во время занятий в компьютерных классах. Установлено, что при превышении гигиенических нормативов [8] компьютерная нагрузка негативно влияет на здоровье в результате изменения основных регуляторных функций организма. Возможны также отдельные вредные последствия электромагнитного воздействия компьютеров, в частности развитие синдрома «компьютерной зависимости», «видеоигровой эпилепсии» и других явлений нарушения сопровождаются головными болями, ухудшением зрения, появлением негативных черт характера. Отсюда следует, что обеспечение электромагнитной безопасности студентов является актуальной экологической и гигиенической проблемой, требующей самого пристального внимания. Основными путями устранения экологического неблагополучия компьютерных классов являются: полная замена видеодисплейных мониторов на жидкокристаллические, оптимизация электрических сетей в компьютерных классах, эффективное заземление и перепланировка рабочих мест.

Решение задачи снижения риска опасного влияния факторов среды обитания невозможно без улучшения качества внутренней среды образовательных учреждений и, в том числе, обеспечения ее радиационной безопасности. Объемная активность радона в недостаточно проветриваемых помещениях подвалов, цокольных и ниж-

них этажей учебных заведений не редко превышает предельно допустимую (200 Бк/м³ для существующих помещений и 100 Бк/м³ для проектируемых), что представляет реальную угрозу здоровью находящихся там детей. Негативные последствия радонового облучения для детей и подростков более выражены, поэтому необходима разработка уточненных методов расчета мощности дозы внутреннего облучения радоном и связанного с ним риска появления вредных эффектов с учетом особенностей зданий учебных заведений и специфики их функционирования.

Индивидуальный радиационный риск согласно нормам радиационной безопасности определяется по формуле [9]:

$$R = P(E) \cdot r_E \cdot E \quad (2)$$

где E – годовая эффективная доза облучения, $r_E = 7,3 \cdot 10^{-2}$ 1/чел·Зв – коэффициент риска для населения, $P(E)$ – вероятность событий, создающих дозу E .

Предельное значение индивидуального риска для населения устанавливается на уровне $5 \cdot 10^{-5}$ за год. Мощность дозы облучения от радона зависит от многих факторов, основным из которых является объемная активность радона в воздухе помещения. Согласно последним данным мощность дозы, получаемой органами дыхания, равна примерно 10 нЗв/ч на 1 Бк/м³ объемной активности радона. Умножив эту величину на средние значения объемной активности радона и продолжительности пребывания учащихся в образовательных учреждениях (1800-2000 ч), получим приближенное значение инди-

видуальной дозы, получаемой детьми в учебных заведениях за год.

По результатам обследования образовательных учреждений различных уровней могут быть построены эмпирические распределения годовой эффективной дозы. Статистическая обработка имеющихся данных показывает, что эти распределения достаточно точно соответствуют нормальному закону. В этом случае вероятность накопления годовой эффективной дозы E может быть найдено с помощью соотношений [10]:

$$P(E) = \Phi\left(\frac{E + \Delta E}{\bar{E}}\right) - \Phi\left(\frac{E - \Delta E}{\bar{E}}\right) \quad (3)$$

где Φ – функция Лапласа, \bar{E} – среднее выборочное значение годовой индивидуальной дозы облучения, ΔE – погрешность ее определения (~20%). Для определения полного радиационного риска, которому подвергаются учащиеся, необходимо учитывать также радоновое облучение, получаемое ими в домашних условиях, а также составляющие дозы, получаемые от техногенных и внешних естественных источников (космические лучи и гамма-фон помещений).

Для более точного определения дозовых нагрузок и разработки системы управления радиационным риском в образовательных учреждениях создана математическая модель формирования радоновой обстановки подобная применявшейся ранее модели для исследования распределения пыли- и газовой выделений в производственных помещениях. Принципиальным отличием модели распределения радона является учет его радиоактивного распада с образованием высокодисперсных радиоактивных аэрозолей, содержащих изотопы тяжелых металлов. Модель включает в себя математическое описание всех источников поступления радона в помещения: почвы, находящейся под зданием, многослойных строительных конструкций, атмосферного воздуха, поступающего в помещение; систему уравнений Навье-Стокса, теплопереноса и конвективной диффузии и распада радона.

Численная реализация модели позволяет исследовать закономерности распределения концентрации радона как по высоте здания (по этажам), так и в его плане, проанализировать влияние всех основных факторов, в том числе метеорологических и микроклиматических на формирование радоновой обстановки, а также разработать оптимальный план мероприятий противорадоновой защиты.

Вывод. Применение приведенных выше количественных методов анализа позволяет более обоснованно планировать работу по снижению риска отрицательного воздействия факторов окружающей среды.

**Работа выполнена в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012 – 2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павленко В.И., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В., Барашкова О.С. Оценка факторов экологического риска для образовательных учреждений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 2. С. 70-72.
2. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г., Шульженко В.Н., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Комплексная безопасность высших учебных заведений: монография. Петербург: Изд – во «Инфо - да», 2008. 120с.
3. Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.Г. Характеристика внутренних опасностей и угроз образовательных учреждений высшего профессионального образования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 3м. С. 124-126.
4. Величковский Б.Т. Патогенетическое значение подъемов среднесуточных концентраций взвешенных частиц в атмосферном воздухе населенных мест // Гигиена и санитария. 2002. №6. С. 14-16.
5. Ветрова Ю.В., Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Моделирование выделения радона из плоских строительных конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 4. С. 29-33.
6. Шаптала В.Г. Численное моделирование воздухообмена цехов с пыле- и теплогазовыделениями // Изв. вузов. Строительство. 2000. №10. С. 102-106.
7. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Добровольский В.С., Овечкин А.Н. Моделирование систем комплексной безопасности высших учебных заведений. монография. Белгород: ООО «Планета – Полиграф», 2009. 130с.
8. СанПиН 2.2.2.542-96 «Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к видео дисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы».
9. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Шаптала В.В. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций. Белгород.: Изд-во БГТУ, 2010. 166с.
10. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Мониторинг, прогнозирование, моделирование и оценка рисков чрезвычайных ситуаций в системе высшего профессионального образования. монография. Белгород.: ООО «ЕвроПолиграф», 2012. 120 с.