

5. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под редакцией Н.С. Касимова. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. – 560 с.
6. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России, 2015. – № 6. – С. 58 – 63.
7. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листвы тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25 – 36.
8. Юсупов Д.В. Биогеохимические ореолы золота и ртути Покровского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Известия вузов. Геология и разведка, 2009. – № 6. – С. 38 – 43.
9. Юсупов Д.В., Радомская В.И., Павлова Л.М., Трутнева Н.В., Ильенок С.С. Тяжелые металлы в пылевом аэрозоле северо-западной промышленной зоны г. Благовещенска (Амурская область) // Оптика атмосферы и океана, 2014. – Т. 27. – № 10. – С. 906 – 910.
10. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В., Могилёв А.А. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Известия Томского политехнического университета, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 185 – 189.

## РАДОН КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛА КАЛАЧИ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ш.Б. Жакупова, В.В. Колбин, Д.А. Герасимов

*Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.В. Липихина  
Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии,  
г. Семей, Казахстан*

Вблизи села Калачи Есильского района Акмолинской области до 1992 года производилась добыча урановых руд шахтным методом. В течение 1993-1994 гг. оборудование подземного комплекса было демонтировано, выработки ликвидированы, т.е. затоплены [4]. Всего на территории Казахстана было разведано более 60 месторождений урана [1], большинство этих месторождений закрыты, но работы по рекультивации отвалов забалансовых руд и хвостохранилищ, предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд практически не производились. Село Калачи привлекло внимание врачей, экологов случаями обращения жителей с общими симптомами: пошатывание, головокружение, сонливость, кратковременная потеря памяти. Всего за период с марта 2013 г. по 1 марта 2015 г. зафиксировано 9 вспышек (168 случаев) заболеваний среди 117 жителей населения с. Калачи («синдром Калачи») [3]. В течение марта 2015 – декабря 2016 года с подобными симптомами обращений не было.

По поручению Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан в 2014-2016 гг. были проведены комплексные медико-экологические исследования, включая измерения эквивалентной объемной активности (ЭРОА) радона.

Наибольший вклад в дозу внутреннего облучения радионуклидами земного происхождения дают радон и продукты его распада. Согласно оценке Научного комитета по действию атомной радиации ООН, население за счет радона получает до 50% годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения [5]. Большую часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом непроветриваемом помещении.

Облучение короткоживущими альфа излучающими дочерними продуктами распада (ДПР) радона – важнейший фактор увеличения риска заболевания раком легких. Исследования, проведенные Агентством по охране окружающей среды США, показали, что предположительно 5 тыс. ежегодных случаев заболевания раком легких среди некурящей части населения в США связаны с содержанием радона в помещениях [6].

Кроме радиационной опасности радон, исходя из теории Мейера-Овертона [7], имеет и анестезиологический эффект, еще более сильный чем ксенон, однако из-за радиоактивности этого газа его использование в качестве анестетика не известно.

Контроль ЭРОА радона проводился радиометром радона «РАМОН-02» совмещенный с «РАМОН-РАДОН-01» в едином корпусе.

Объем и результаты исследований эквивалентной равновесной объемной активности радона в селе Калачи в 2013-2016 гг. приведены в таблице.

*Таблица*

*Объем и результаты активности радона (Бк/м<sup>3</sup>) в с. Калачи 2013-2016 гг*

№ п/п	Помещение	Количество измерений	Разброс значений	Среднее значение	Медиана
1	Жилые комнаты	356	17 - 2600	233	145
2	Погреб, подвалы	97	25 - 10991	1125	705
3	На открытом воздухе	62	2-108	25	22

Из 356 исследованных жилых зданий в 70 активность радона не удовлетворяет требованиям существующих нормативов [2]. Среднее значение активности радона в помещениях составляет 233 Бк/м<sup>3</sup>, что также выше

предельно допустимых концентраций. В целом, большинство показателей укладываются в рамки предельно допустимых концентраций, медиана в жилых помещениях составляет 145 Бк/м<sup>3</sup>. Но при этом следует отметить общую высокую объёмную активность радона, в среднем не опускающуюся ниже 100 Бк/м<sup>3</sup>, тогда как на большей части территории Казахстана этот показатель в 2 раза меньше. Выявлен залповый характер выбросов радона, отдельные значения многократно превышают ПДК. В с. Калачи поступление радона в помещения в основном определено свойствами подстилающих пород, поскольку преобладают одноэтажные деревянные дома с простыми фундаментами и деревянными полами.

Высока разница в уровнях содержания радона между жилыми и подвальными помещениями. Радон поднимается из подстилающих пород, и, соответственно, накапливается в погребах и подвалах под зданиями, причём в подвальных помещениях ЭРОА радона в среднем в несколько раз выше, чем в жилых. Прослеживается корреляция значений по точкам (рисунок), что связано с особенностями распространения этого радиоактивного газа. При этом содержание радона в воздухе подвальных помещений в среднем десятикратно превышает аналогичные показатели в жилых комнатах, что обусловлено его летучестью, а также тем фактом, что при комнатной температуре радон является одним из самых тяжёлых газов. При этом следует учитывать значительную временную динамику колебаний ЭРОА радона в воздухе.



Рис. Корреляционная зависимость уровней накопления ЭРОА радона в воздухе жилых и подвальных помещений села Калачи

На открытом воздухе объёмная активность радона достаточно низка, за исключением территорий закрытых урановых шахт.

По результатам проведенных исследований прослеживается неравномерный, залповый выброс радона (до 2600 Бк/м<sup>3</sup> в жилых помещениях, до 10991 Бк/м<sup>3</sup> в подвалах) в зависимости от времени измерения и типа помещений. Многократные превышения ПДК ЭРОА радона (в основном в 2-5 раз, иногда более) в исследованных жилых помещениях оказывают прямое влияние на суммарную дозу облучения населения. При этом средний уровень объёмной активности радона в большей части жилых домов (2014 год – 186 Бк/м<sup>3</sup>, 2015 год – 211 Бк/м<sup>3</sup>, 2016 год – 152 Бк/м<sup>3</sup>) находится в пределах нормы.

В 2015 году в сравнении с ранее проведёнными исследованиями 2013-2014 гг. средняя объёмная активность радона в жилых помещениях повысилась с 186 до 211 Бк/м<sup>3</sup>, в то же время средняя ЭРОА радона в подвальных помещениях снизилась с 740 до 642 Бк/м<sup>3</sup> (в погребах вне дома) и до 290 (собственно в подвалах). Зафиксированные изменения объёмной активности радона подвержены прямому влиянию погодных условий и температурных перепадов.

В 2016 году после разгрузки шахт путем бурения скважин наблюдается снижение средней активности радона в жилых помещениях до 152 Бк/м<sup>3</sup> и медианы до 76 Бк/м<sup>3</sup>.

Одна из возможных причин повышенной активности концентрации радона в жилых помещениях с. Калачи – процессы, происходящие в заброшенных шахтах бывшего уранодобывающего комплекса. В результате многолетней подземной разработки Ишимского и Любимовского месторождений, располагавшихся вблизи с. Калачи, под землей образовались обширные пустоты (ориентировочно 53 млн. м<sup>3</sup>). При ликвидации заброшенные шахты были затоплены. В настоящее время откачка воды не производится. В периоды повышения температуры из-за возникающего перепада давления, а также во время весеннего снеготаяния и сезонов дождей из-за повышения уровня воды в шахтах, происходит увеличение давления на воздушно-газовую смесь и ее залповые выбросы к дневной поверхности по проницаемым зонам в породах и почвах. Это может касаться поступления и других газов, образующихся в затопленном пространстве (соединений азота, озона, ацетона и др.)

Повышенное содержание радона на территории села, носящее выбросной, залповый характер поступления в жилые дома, подполья и подвалы, может рассматриваться как вероятная причина заболевания населения, учитывая свойства радона как инертного газа, возможно при сочетанном воздействии и других компонентов газовой смеси. Учитывая отсутствие новых зарегистрированных случаев проявления синдрома «сонной болезни» среди жителей села Калачи после разгрузки шахт путем бурения скважин можно сделать вывод, что повышенная концентрация радиоактивного газа, безусловно, оказывала негативное воздействие на здоровье населения, но очевидно не являлась единственной и достаточной причиной для возникновения синдрома.

Литература

1. Аязбеков К. За 20 лет независимости атомная отрасль стала визитной карточкой Казахстана [Электронный ресурс] Сайт Российское атомное сообщество. <http://www.atomic-energy.ru/smi/2011/10/03/27156>
2. Гигиенический норматив «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан № 201 от 03.02.2012 г.
3. Липихина А.В., Белихина Т.И., Жакупова Ш.Б., Колбин В.В., Герасимов Д.А. Последствия уранового техногенеза в Казахстане // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы V Международной конференции, г. Томск, 13–16 сентября 2016 г. – Томск: STT, 2016. – С. 394 – 398
4. Постановление Правительства от 25.07.2001 N 1006 «Об утверждении программы консервации уранодобывающих предприятий и ликвидации последствий разработки урановых месторождений на 2001 - 2010 годы».
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
6. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 1997.
7. Meyer H. Zur Theorie der Alkoholnarkose // Arch. Exp. Path.a.Pharmakol. 1899. V.42. P.2 - 4.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

**Т.А. Замореева**

**Научный руководитель старший преподаватель М.С. Томаш  
Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,  
г.Гомель, Республика Беларусь**

Березинский биосферный заповедник, образованный 30 января 1925 года. Это единственная в Республике Беларусь охраняемая природная территория самого высокого ранга, сохранившаяся практически в первозданном виде. На северо-западе Минской области находятся земли Нарочанского национального парка, созданного в 1999 году в целях сохранения уникальных природных комплексов.



*Рис. 1. Схема Березинского биосферного заповедника*

Общая площадь – 85,2 тыс. гектаров. Это единственное место в стране, где на одной территории в лесу обитает Большая европейская пятерка крупных млекопитающих: лось, зубр, медведь, волк и рысь.

Основными задачами ГПУ «Березинский биосферный заповедник» являются:

- обеспечение условий сохранения в естественном состоянии природных комплексов и объектов, находящихся на его территории;
- организация выполнения природоохранных мероприятий на ООПТ и обеспечение соблюдения установленного режима ее охраны и использования;
- организация и проведение научно-исследовательских работ;
- организация мониторинга окружающей среды;
- содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды;
- экологическое образование, просвещение, воспитание населения и пропаганда охраны окружающей среды;
- сохранение природного комплекса как исторически сложившегося ландшафта и генетического фонда растительного и животного мира;
- разработка и внедрение в практику научных методов охраны природы и природопользования;