

8. Джелиф А.М. Биологическое действие радиации на кожу (ранние эффекты) // *Радиация и кожа*. – М. : Атомиздат, 1969. – С. 22–32.
9. Из дислокации промысла № 2 им. ОГПУ на 15 октября 1932 г. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 146.
10. Инструкция по применению ухтинского концентрата с содержанием до 25 млрд радия на тонну при хронических дерматозах. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 283, л. 96.
11. К вопросу изучения биологического действия и использования с терапевтической целью ухтинской руды. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 283, л. 63–67.
12. К вопросу о характере действия и способе применения радиевых солевых компрессов при хроническом артрите. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 283, л. 38–39.
13. Каминский А.И. Курортные богатства Ухтинского района Коми АССР // *Изв. Коми филиала ВГО*. – 1959. – Вып. 5. – С. 67–72.
14. Кичигин А.И., Таскаев А.И. “Водный промысел”: история производства радия в Республике Коми (1931–1956 гг.) // *Вопросы истории естествознания и техники*. – 2004. – № 4. – С. 3–30.
15. Любушин А.А. Лечебное значение активного сернокислого бария, приготовленного из Ухтинских минеральных вод. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 362, л. 7–8.
16. Любушин А.А. Ревматизм и его лечение Ухтинскими минеральными водами. – 1937. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 520, л. 43–62.
17. Объяснительная записка к бухгалтерскому отчету по основной деятельности за 1946 год. – Государственный архив Российской Федерации. – Фонд Р-8361, опись 1, дело 108, л. 3–30.
18. Осанов Д.П. Дозиметрия и радиационная биофизика кожи. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 152 с.
19. Отчет экспедиции Госуд. Центр. Института Курортологии в Ухтинский район осенью 1932 года / С.Н. Соколов. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 16, л. 211–224.
20. Погодин С.А., Либман Э.П. Как добыли советский радий. – М. : Атомиздат, 1977. – 248 с.
21. Протокол совещания по вопросам производственной работы Ухтпечлага от 22–24 сентября 1932. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 22.
22. Решетилло Д.Ф. Радий и его применение для лечения болезней кожи, злокачественных новообразований и некоторых болезней внутренних органов. – СПб. : Практическая медицина, 1910. – 189 с.
23. Список з/к, работающих при Управлении Упитлаг ОГПУ (Чибью). – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 141.
24. Список сотрудников санотдела на 1 мая 1932 года. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 141.
25. Титаев А.А. Годовой отчет о работе за 1933 год. – Национальный архив Республики Коми. – Фонд Р-1668, опись № 1, дело № 283, л. 15–17.
26. Торопов Ф. А. Геохимия Ухтинских радиоактивных вод // *Недра Советского Севера*. – 1933. – № 1. – С. 15–26.
27. Ухтинские минеральные радиевые воды. – Ухто-Печерский трест, 1933. – 70 с.
28. Щепотьева Е.С. Лечебное применение альфа-излучающих радиоактивных изотопов (альфа-терапия) // *Медицинская радиология*. – 1957. – Вып. 3. – С. 62–77.
29. Macklis R.M. The great radium scandal // *Scientific American*. – 1993. – Vol. 269, № 8. – P. 94–99.
30. Rowland R.E. Radium in humans: a review of U.S. studies. – Argonne (Illinois, USA), 1994. – 246 p.

## АНАЛИЗ СИМПТОМАТИКИ ПРОЯВЛЕНИЯ “СОННОЙ БОЛЕЗНИ” И СИНДРОМА ПОВЫШЕННОЙ УТОМЛЯЕМОСТИ КАК ОТДАЛЕННОЕ ПОСЛЕДСТВИЕ ГАЗО-РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ С. КАЛАЧИ (КАЗАХСТАН)

Ю.О. Ключникова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов  
Томский политехнический университет, Томск, Россия

## ANALYSIS OF SYMPTOMS OF “SLEEPING SICKNESS” AND FATIGUE SYNDROME AS THE LONG-TERM CONSEQUENCES OF GAS-RADIATION FACTOR ON THE EXAMPLE OF THE NATURAL AND TECHNOGENIC SYSTEMS OF KALACHI VILLAGE (KAZAKHSTAN)

Yu.O. Klyuchnikova, N.V. Baranovskaya, L.P. Rikhvanov  
Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

### Введение

С 22 марта 2013 г. жители села Калачи начали обращаться в амбулаторию с одинаковыми симптомами: не типично долгий сон, головокружение, общая слабость,

нарушение координации, вызванное возможным падением тонусом мышц, частичная потеря памяти, бессознательное или полубессознательное состояние длительностью до трех суток. Учитывая эту особенность,

данное заболевание в СМИ назвали “сонной болезнью”. Официальное название, представленное Минздравом – “Энцефалопатия неясной этиологии”. Первый зафиксированный случай произошел в июле 2012 г. В 2013 г. в лечебные организации обратилось уже более 30 человек с симптомами “сонной болезни”. С начала 2014 г. было зарегистрировано 26 случаев. Возраст обратившихся от 12 до 81 лет.

При выяснении патологии данного заболевания были учтены такие факторы как расположение с.Калачи на Северо-Казахстанской возвышенности, представленной гранитами с повышенной активностью урана, также именно здесь сформировались крупные рудные узлы, одним из которых является Ишимский урановый узел и другой фактор – разработка данного месторождения с 1960 по 1990 гг. как Красногорского уранового рудника. Эксплуатация месторождения проводилась подземным способом. Таким образом, можно предположить, что с. Калачи находится в зоне высокого потенциального риска, обусловленного действием природных и техногенных радиэкологических факторов [8], что определяет некоторую степень радиационной нагрузки на данную территорию и является одним из немаловажных факторов негативного воздействия на жителей, но не ключевым. Также при обнаружении патологии “сонной болезни” было рассмотрено влияние и таких факторов как состав газовой смеси – при проведении комплексных экологических измерений на исследуемой территории были обнаружены превышенные концентрации озона, ацетона и окисей углерода. А при более подробном анализе имеющихся данных было замечено сезонное проявление болезни, что привело к созданию модели, объясняющей появление данных факторов.

В результате проведенного литературного анализа было выявлено заболевание сходное по симптоматике с “сонной болезнью” – синдром повышенной утомляемости. Данное патологическое состояние, описанное академиком А.Ф. Возиановым, профессором Г.Н. Дранником было обнаружено в результате обследования жителей г. Киева и Киевской области, и определено как часто встречающееся в регионах с экологически неблагоприятной ситуацией и в том числе усугубленной влиянием радионуклидов на окружающую среду [4]. Проявление данного заболевания сопровождалось следующими симптомами: выраженная слабость, усталость, недомогание, снижение трудоспособности.

Несмотря на то, что данные, для сравнения патологий двух данных заболеваний, оценки иммунного состояния жителей и влияния окружающей среды, ограничены, описание нечетко выраженной симптоматики и условий возникновения заболеваний достаточно для их анализа, сопоставления ключевых факторов и нахождения значимых различий.

### Материалы и методы исследований

С марта 2013 г. по октябрь 2014 г. были проведены комплексные экологические исследования Национальным Ядерным Центром Республики Казахстан и специалистами “Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга” В ходе

которых были выборочно отобраны биосубстраты проживающих на территории населения, а именно волосы и пробы крови жителей с.Калачи для проведения анализа по определению массовых долей элементов в волосах и крови (ISP MS анализ), а также был проведен тест на содержание микроядер. (патологической структурой клетки) в крови [7, 10]. В некоторых домах были проведены мгновенные измерения и измерения в течении суток ЭРОА радона в жилых помещениях и подвалах. Наряду с радиационными показателями и отобранными биосубстратами, были проведены измерения нерadiационных показателей экологической обстановки, а именно измерение вредных веществ в воздухе, пестицидов в окружающей среде и продуктах питания, тяжелы металлов в продуктах питания. Таким образом, полученные материалы в дальнейшем подверглись статистическим и аналитическим методам для анализа основных показателей экологической обстановки на исследуемой территории.

### Результаты

В результате проведенных исследований, специалистами были сделаны следующие выводы относительно измеренных радиационных параметров: мощность измеренной экспозиционной дозы была ниже предельно допустимых значений, кроме районов вблизи шахт и отвалов породы, содержание природных и техногенных радионуклидов в питьевой воде, продуктах питания, почвах не превышали допустимого уровня.

Измеренные мгновенные значения ЭРОА радона специалистами Национальным Ядерным Центром Республики Казахстан в воздухе жилых и подвальных помещений в ряде случаев превышают установленной нормы 200 Бк/м<sup>3</sup> [5] и составляют жилых комнатах, который составил – 8–1400 Бк/м<sup>3</sup>, в погребах – 8–15000 Бк/м<sup>3</sup>, при фоновом уровне 4–8 Бк/м<sup>3</sup> [7]. Дополнительно проводилось суточное измерение радона, некоторые полученные результаты представлены на рисунке 1.

Полученные данные, свидетельствуют о том, что уровни содержания радона сильно варьируют в течении нескольких суток (до 130 раз).

Как видно из этого графика, имели место резкие, скачкообразные превышения уровня ПДК радона в воздухе жилых помещений. Данный график также иллюстрирует повышение концентрации радона в периоды с октября по май.

Специалистами: были сделаны карты, на которых были отмечены случаи заболевания и превышенное содержание радона. Можно заметить, что в местах где отмечается превышение ПДК радона – наблюдаются проявления случае сонного синдрома

В настоящее время опасность для населения представляет свойство радона, как инертного газа, проявлять наркотический эффект. В источнике [11], исходя из теории Мейера-Овертона, наркотическое действие инертных газов обуславливается растворением в нервных тканях, что в свою очередь зависит от атомного веса – чем больше атомный вес, тем больше его растворимость и тем сильнее его наркотическое действие. Исходя из данной теории можно сделать вывод, что ра-



**Рис. 1.** Результаты суточных измерений радона в нескольких домах с. Калачи (график построен по результатам отчета “Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области”)



**Рис. 2.** Сравнительный график средних и максимальных значений ЭРОА радона в жилых помещениях села Калачи по результатам отчета “Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области”

дон проявляет более сильный наркотический эффект, чем криптон, который давно используется в медицине в качестве анестетика, однако использование радона из-за радиоактивности в качестве анестетика не известно.

В период марта 2013 – октября 2014 гг. специалистами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора по Есильскому району и специалистами “Научно-практический центр санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга” были изучены нерадиационные показатели экологической обстановки с. Калачи. В ходе исследования были проведены измерения на содержание вредных веществ в воздухе [10], результаты некоторых приведены в таблице 1.

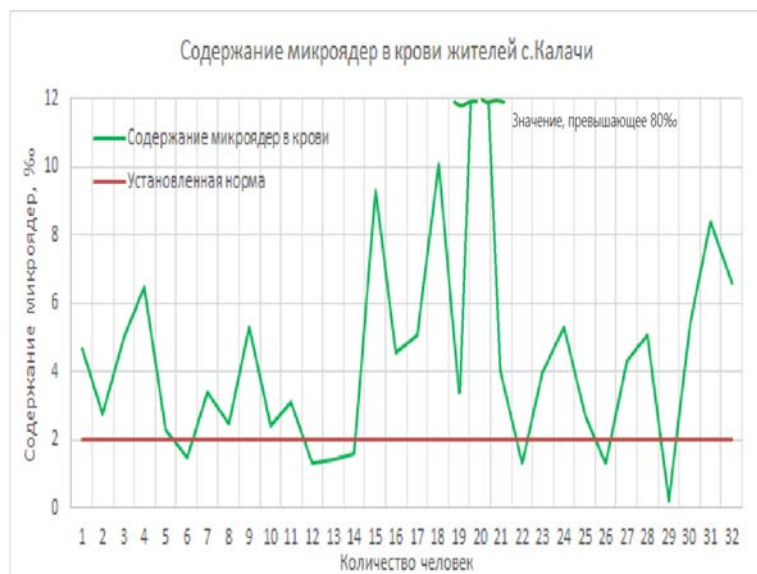
Анализируя приведенные данные можно сделать выводы, что наблюдается превышение озона в 1,3–4,3 раза значений ПДК, также можно увидеть превышение оксида углерода в 1,3–2 раза над значениями ПДК и превышение содержания ацетона в атмосферном воздухе на 2 порядка.

Ацетон представляет собой бесцветную, высокой летучестью, легковоспламеняющаяся жидкость с резким запахом. Расчетный период полураспада ацетона в крови 5 ч, а период полураспада в атмосфере составляет 22 дня. Ацетон используется в многочисленных промышленных процессах в качестве промежуточного продукта. При вдыхании, ацетон быстро всасывается и широко распространяется по всем тканям. Ацетон не считается генотоксичен или мутагенным [1]. Необходимо

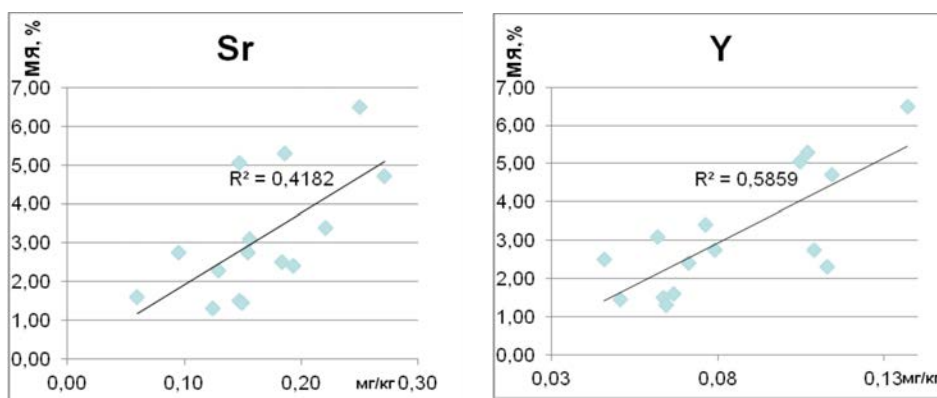
**Таблица 1.** Концентрации некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе села Калачи по результатам отчета “Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области”

| № | Определяемое вещество | ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Результаты измерений, мг/м <sup>3</sup> |
|---|-----------------------|------------------------|---|
| 1 | Углерода оксид        | 5                      | 0,08–10                                 |
| 2 | Углерода диоксид      | –                      | 67–2240                                 |
| 3 | Озон                  | 0,03                   | 0,0002–0,13                             |
| 4 | Ацетон                | 0,35                   | 0,001–76                                |

отметить, что ацетон относится к IV классу опасности и способен воздействовать на организм, вызывая слабый наркотический эффект. В работе [2] было отмечено, что вдыхание ацетона в половину меньше ПДК в течение суток вызывает заторможенную реакцию, т.е. увеличивается время ответа организма на любые воздействия окружающей среды. Другие исследования сообщают, что воздействие ацетона на работников соответствующих промышленных предприятий приводят к бессознательному состоянию, головокружению, неустойчивости, спутанности сознания, головной боли [3]. Анализируя схожесть симптомов в результате воздействия ацетона на организм человека и “сонной болезни” можно сделать вывод, что ацетон может являться одной из причин заболевания с. Калачи.



**Рис. 3.** Содержание микроядер в крови жителей с.Калачи и норма, принятая в регионе (2,00‰) (график построен по результатам отчета “Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области”)



**Рис. 4.** Корреляционная связь между содержанием микроядер (‰) и химических элементов (Sr и Y) в крови населения с.Калачи (корреляции построены по результатам анализа на определение содержания элементов в крови “Химико-аналитического центра “Плзма”)

При попадании окиси углерода в организм, происходит связь с гемоглабином в крови человека, в результате образуется карбоксигемоглобин, что в свою очередь приводит к гипоксии [2], один из наиболее характерных симптомов которой является головная боль, головокружение.

В результате проведения анализа по определению массовых долей элементов в крови было определено содержание 63 элементов в каждом образце. Тест на содержание микроядер показал превышение регионального фона (рис. 3), что говорит о том, что жители с Калачи испытывают влияние химической или радиационной природы. Для более точного решения необходимо проведение хромосомного анализа.

Для обнаруженных химических элементов и микроядер были построены корреляционные зависимости для определения связи между химическими элементами и микроядрами, которые содержатся в крови. Из полученных результатов были выявлены сильные корреляционные связи относительно содержания в крови Y и Sr. Данная корреляционная связь показана на рисунке 4. Дру-

гие зависимости установлены не были. Объяснить существующую взаимосвязь пока не представляется возможным.

Наличие данных о подземной разработке месторождения, сезонный характер проявления “сонной болезни” привело к построению теоретической модели, которая объясняет механизм появления состава газовой смеси и ее воздействия на жителей. Известно, что с 1960 по 1990 гг. велась разработка месторождения Ишимского. При разработке данного месторождения производилась откачка воды и регулярная вентиляция, таким образом образовалась дисперсионная воронка. Но после ликвидации месторождения откачка воды прекратилась, как и вентиляция воздуха, уровень подземных вод стал восстанавливаться, а дисперсионная воронка исчезла. Газовая смесь, образовавшаяся в приповерхностном слое, выходит под давлением уровня воды, который увеличивается в зависимости от количества выпавших осадков, возможно из-за повышения уровня воды во время весеннего снеготаяния и сезонов дождей.



В результате литературного анализа наиболее близкий к сонной болезни – синдром хронической усталости. Синдром повышенной усталости характеризуется снижением порога возбудимости и восприимчивости к внешним стимулам с вялостью, повышенной слабостью.

Синдром повышенной утомляемости (СПУ) – длительное, хронически протекающее патологическое состояние, впервые описанное в 1991 г. академиком А.Ф. Возиановым и соавторами в результате обследования через три года после катастрофы на ЧАЭС 1016 жителей Киева и Киевской области. установлено, что СПУ часто встречается в регионах с загрязнением окружающей среды экологически неблагоприятными факторами, такими как химически вредные вещества или радионуклиды [4].

Основные симптомы, выявленные у наблюдавшихся больных: общая слабость, недомогание, повышенная утомляемость, снижение быстрой реакции. При иммунологическом обследовании у больных СПУ наблюдалось ухудшение иммунитета в результате, постоянного напряжения, оказываемого на иммунную систему. Автор предлагает рассматривать СПУ в качестве предстadium синдрома хронической усталости (СХУ), который в свою очередь был обнаружен у ликвидаторов Чернобыльской АЭС [9].

Исходя из описания симптомов, признаков проявления данного заболевания, местоположения – недалеко от источника радиоактивного излучения, можно предположить немаловажное влияние радиационного фактора на жителей.

### Заключение

Село Калачи находится в зоне высокого потенциального риска от действия природных радиоэкологических факторов, которые усилены процессами ядерного техногенеза (разработка месторождения). Действие техногенных факторов было отмечено при проявлении синдрома повышенной усталости.

Анализ отобранных биосубстратов на содержания микроядер и химических элементов в образцах крови показал, что при увеличении массовой доли элементов в крови человека наблюдается рост количества микроядер, что свидетельствует о мутагенном действии агентов различной природы.

В результате проведенных исследований на территории села Калачи было выявлено повышенное содержание радона, носящее сезонно характер, совпадающий с характером проявления заболевания.

Анализ полученных нерадиационных показателей на исследуемой территории показал превышенные содержания окиси углерода, озона, ацетона.

Вероятные причины заболевания населения комплексное микрофакторное воздействие таких газов как радон, и таких компонентов газовой смеси как ацетон, монооксид и диоксид углерода.

Исходя из анализа литературных данных, можно сказать, что “сонная болезнь” и синдром повышенной усталости являются сходными заболеваниями ввиду влияния техногенных факторов на состояние здоровья населения.

### Литература

1. *Inhalation exposure to acetone induces selective damage on olfactory neuroepithelium in mice* / G. Buron, R. Hacquemand, G. Pourie et al. // *Neuro Toxicology*. – 2009. – Vol. 30, Is. 1. – P. 114–120.
2. *Geller I., Gause E., Kaplan H. et al. Effects of acetone, methyl ethyl ketone and methyl isobutyl ketone on a match-to-sample task in the baboon* // *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. – 1979. – Vol. 11, Is. 4. – P. 401–406.
3. *Ross D.S. Acute acetone intoxication involving eight male workers* // *Annals of Occupational Hygiene*. – 1973. – Vol. 16, Is. 1. – P. 73–75.
4. *Нарушения иммунитета и синдром повышенной утомляемости у жителей г. Киева* / А.Ф. Возианов, Г.Н. Дранник, И.А. Петровская и др. // *Врачеб. дело*. – 1991. – № 11. – С.14–17.
5. *Гигиенические нормативы “Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности”*. – Утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 3 февраля 2012 г. № 201.
6. *Радоновая безопасность зданий* / М.В. Жуковский, А.В. Кружалов, В.Б. Гурвич и др. – Екатеринбург : УрО РАН, 2000.
7. *Лукашенко С.Н. Справка. Радиоэкологическое состояние поселка Калачи (Акмолинская область, Республика Казахстан)*. – Курчатов, 2015.
8. *Отчет по мероприятию “Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан” в рамках бюджетной программы 011 “Обеспечение радиационной безопасности” (результаты работ за период 2004–2008 гг.)*. В 16 т.
9. *Фролов В.М., Кутько И.И., Пересадин Н.А. Синдром хронической усталости: пограничная патология на стыке интересов психиатров и клинических иммунологов [Электронный ресурс] // Актуальные вопросы современной психиатрии и наркологии : сборник научных работ Института неврологии, психиатрии и наркологии АМН Украины и Харьковской областной клинической психиатрической больницы № 3 (Сабуровой дачи), посвященный 210-летию Сабуровой дачи / под общ. ред. П.Т. Петрюка, А.Н. Бачерикова. – Киев–Харьков, 2010. – Т. 5. – URL: <http://www.psychiatry.ua/books/actual/paper114.htm>.*
10. *Экологические исследования на территории села Калачи Есильского района Акмолинской области*.
11. *Физиологические эффекты газовых смесей и сред, содержащих ксенон и криптон* / Б.Н. Павлов, Н.Б. Павлов, А.Р. Куссмауль и др. [Электронный ресурс]. – URL: [http://medxenon.ru/sreda\\_kxenon\\_kripton.html](http://medxenon.ru/sreda_kxenon_kripton.html).