

УДК 504.6:62/69; 504.5/.6(1/9)

**ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ТРАНСГРАНИЧНОГО СЕКТОРА  
«КАЗАХСТАН-КЫРГЫЗСТАН» И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ**<sup>1)</sup> Солодухин В.П., <sup>2)</sup> Дженбаев Б.М.<sup>1)</sup> *Институт ядерной физики МЭ РК, Алматы, Казахстан*<sup>2)</sup> *Биолого-почвенный институт НАН КР, Бишкек, Кыргызстан*

На основе литературных источников и собственных данных представлены результаты анализа водных проблем в мире и Центральной Азии. Приведены свидетельства негативного влияния хвостохранилищ радиационно-опасных объектов Кыргызстана на уровень загрязненности природных вод и других объектов окружающей среды естественными радионуклидами и токсичными элементами на территории трансграничного сектора Казахстан-Кыргызстан. Представлен проект, предусматривающий изучение на основе ядерно-физических методов анализа радиационной и экологической обстановки на территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты и выработку мероприятий по ограничению риска для здоровья местного населения.

**Ключевые слова:** вода, трансграничные реки, радионуклиды, токсичные элементы, ядерно-физические методы анализа.

**ВВЕДЕНИЕ****Глобальные водные проблемы**

Запасов доступной для пользования пресной воды на Земле (200 тыс. км<sup>3</sup>) вполне достаточно для удовлетворения потребностей всего населения, а также нужд промышленности и сельского хозяйства. Вместе с тем, вода распределена неравномерно и подвергнута многим механизмам техногенного и природного загрязнения. Эти обстоятельства приводят к тому, что многие страны уже сталкиваются с растущим дефицитом пресной воды необходимого качества. По официальным данным ООН сегодня около 1,1 млрд. человек в мире испытывают катастрофическую (постоянную и острую) нехватку воды. По оценкам экспертов, к середине XXI века с дефицитом воды столкнутся около 40 % жителей планеты, т.е. 4–5 млрд человек [1, 2].

Половина рек и озер мира испытывает серьезное антропогенное воздействие. Во многих регионах запасы пресной воды, пригодной для питья, в последнее время резко сократились в результате ее загрязнения отходами промышленности, сельского хозяйства и коммунальными стоками. Дефицит чистой воды все чаще вынуждает людей использовать небезопасные источники. По данным ВОЗ, низкое качество воды повышает риск диареи, холеры брюшного типа, дизентерии, сальмонеллеза и других желудочно-кишечных, вирусных и бактериальных инфекций, а также способствует развитию таких болезней, как трахома, чума и сыпной тиф. От болезней, вызванных употреблением некачественной воды, ежегодно умирает несколько миллионов человек, в большинстве своем это дети младше 5 лет [3, 4].

Ситуацию водного кризиса существенно усугубляет специфика административно-географического расположения водных источников. В настоящее время 263 озерных и речных бассейнов, охватывающих почти половину земной поверхности, находятся на территориях 145 стран. В 39 странах основная часть

используемой пресной воды поступает из-за границы. Такая особенность зачастую вызывает с их стороны претензии по поводу количества и качества поступающей воды, что приводит к обострению межгосударственных отношений. В докладе ООН за 2006 г. о водной проблеме на Земле отмечено, что за прошедшие 50 лет зафиксировано 37 случаев межгосударственных конфликтов, связанных с водопользованием. Трансграничная особенность расположения водных источников в условиях дефицита воды резко обострила политическую ситуацию на Ближнем Востоке: между Турцией, Сирией и Ираком из-за рек Тигр и Евфрат; между Израилем, Палестинской автономией и Иорданией из-за р. Иордан. На грани войны оказались страны (Египет, Судан, Эфиопия), расположенные вдоль р. Нил в Северной Африке. На юге Африки сложилась конфликтная ситуация между Ботсваной, Намибией и Анголой по поводу дельты р. Окаванго. Ведутся продолжительные споры, связанные с использованием воды р. Меконг, протекающей по территориям следующих стран: Китай, Бирма, Лаос, Таиланд, Вьетнам и Камбоджа [1, 4, 5].

Многие эксперты и политики прогнозируют, что истощение и загрязнение водных ресурсов влечет за собой угрозу глобальной безопасности. Международные и гражданские войны из-за воды могут стать основным элементом политической жизни XXI века [4, 5].

**Водные проблемы Центральной Азии**

Весьма напряженная ситуация, в связи с острым дефицитом чистой пресной воды, сложилась в Центральной Азии и на юге Казахстана. Основой экономики этого региона является сельское хозяйство, поэтому доступ к воде – вопрос стратегической важности. Все крупные и многие мелкие реки этого региона являются трансграничными. Это приводит к тому, что страны, причастные к низовьям этих рек (Казахстан, Узбекистан, Туркмения), находятся в

водной зависимости от Таджикистана и Кыргызстана. Несогласованность в вопросах регулирования и обеспечения качества воды зачастую приводит к экологическим осложнениям, взаимным претензиям и конфликтам. Водный дефицит уже реально поставил регион на грань политического и даже военного кризиса. Так, судьба обмелевшего Аральского моря – явно выраженный пример «холодной войны» среднеазиатских республик за водные ресурсы рек Амударья и Сырдарья. В Ферганской долине основной причиной всех межэтнических и приграничных конфликтов также является дефицит воды. Так в докладе международной организации International Crisis Group (ICG) «Центральная Азия: вода и конфликт» отмечается, что практически в каждом селе этой местности обнаружены признаки скрытого или явного «водного конфликта» [4–6]. Одной из наиболее серьезных экологических проблем всего среднеазиатского региона является значительная загрязненность многих рек и водохранилищ естественными радионуклидами (ЕРН) и токсичными элементами (ТЭ). Основными источниками загрязнения этих водных объектов служат многочисленные хвостохранилища добывающих и перерабатывающих предприятий урановой (в первую очередь) и других видов (полиметаллы; цветные, редкие, редкоземельные металлы; уголь; фосфориты и др.) промышленности, использующих сырье с повышенным содержанием ЕРН и ТЭ [7–11].

#### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

##### Водные и экологические проблемы на территории Казахстанско-Кыргызского сектора

В последние годы существенно обострилась конфликтная ситуация по водопользованию в пределах приграничной территории Казахстанско-Кыргызского сектора. Эта территория находится в аридной зоне, в которой возделывание сельскохозяйственных культур и получение устойчивого урожая требуют значительного и стабильного объема водных ресурсов. Орошение обеспечивается водами трансграничных рек, берущих начало в Кыргызстане. После развала СССР и разобщения отдельных республик на этой территории (как и во всем регионе) значительно ослабились координация работ по регулированию потоков трансграничных рек и контролю качества их вод. Ведутся постоянные споры по содержанию и эксплуатации межгосударственных гидроэнергетических сооружений, построенных на приграничной территории Кыргызстана, а также по вопросу дефицита воды в летний период на казахстанской части этого водного бассейна в связи с переводом Токтогульской ГЭС КР на интенсивный рабочий режим в зимний период. Решение этих вопросов находится в сфере дипломатии. Постоянно проводится согласование действий по использованию водных ресурсов этого бассейна, что обеспечивает сдерживание конфликтов [12].

Гораздо сложнее обстоит вопрос качества вод трансграничных рек этого сектора. Об этом свидетельствуют результаты наших (совместных с РГП «КазГидроМет») работ по мониторингу трансграничных рек Казахстана (см. рисунок). Установлено, что среди этих рек наибольшее содержание урана (химический элемент 1-го класса опасности) находится в водах рек Шу и, особенно, Карабалта. Кроме того, в воде р. Карабалта выявлено значительное содержание таких токсичных элементов как As, В, Ва, Li, Мо, Sb, Se и Sr. В донных отложениях этих рек тоже обнаружено большое содержание естественных радионуклидов, а также As, Co, Cs, Cu, Hf, Pb, Sb, Th, U, Zn, Zr и всех редкоземельных металлов (РЗМ). Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что в Кыргызстане эти реки подвергнуты техногенному загрязнению [13, 14].

##### Радиационно-опасные объекты на территории Казахстанско-Кыргызского сектора

На территории Кыргызстана в бассейнах трансграничных с Казахстаном рек находятся следующие радиационно-опасные объекты: месторождение полиметаллов и тория «Ак-Тюз», месторождение урана «Камышановское», крупнейший горно-рудный комбинат по переработке урана «Кара-Балта» (см. рисунок). Известно, что хвостохранилища предприятий «Ак-Тюз» и «Кара-Балта» содержат большое количество естественных радионуклидов (ЕРН) и токсичных элементов (ТЭ) [7, 8]. Кроме того, на этой территории ведется интенсивная сельскохозяйственная деятельность с использованием минеральных удобрений с повышенным содержанием ЕРН. Ирригационная система, обеспечивающая полив выращиваемых овощей и бахчевых культур, включает в себя множество густо переплетенных каналов и арычных сооружений, питающихся водой из местных рек. Такая ситуация создает значительную вероятность загрязнения ЕРН и ТЭ всей ирригационной системы и переноса этих загрязнителей на территорию Казахстана водами трансграничных рек.

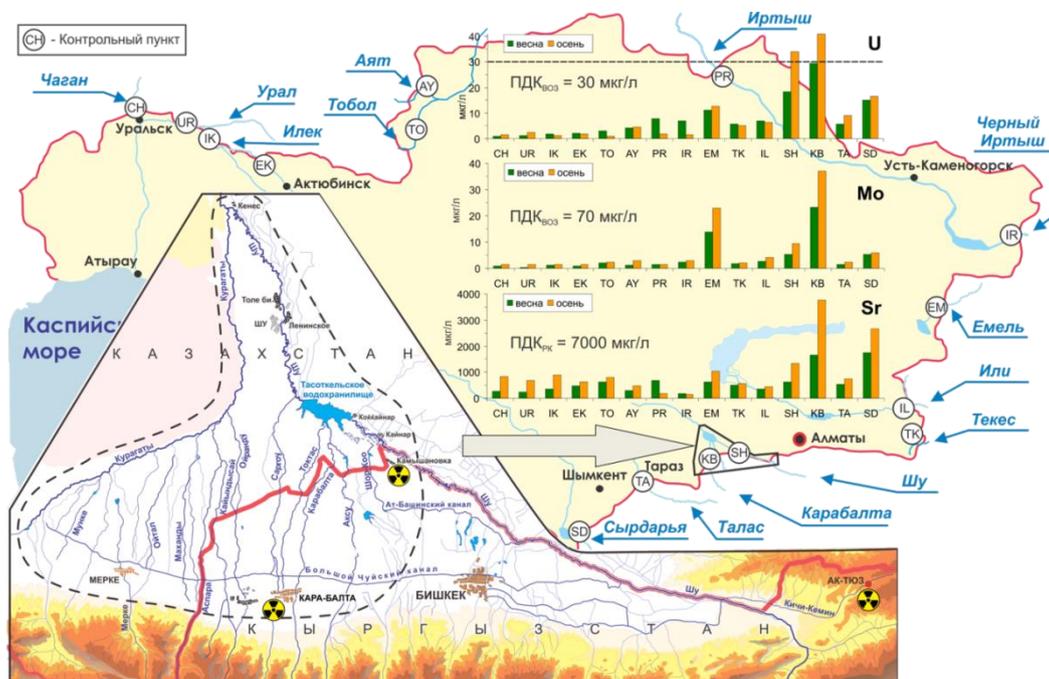
Известно, в частности, что в декабре 1964 г. произошло сейсмосинхронное разрушение дамбы хвостохранилища №2 *рудника Ак-Тюз*. В результате этой аварии в р. Кичи-Кемин попало около 600 тыс. м<sup>3</sup> отходов, содержащих в повышенных концентрациях торий и ТЭ. Этот поток, в виде радиоактивного селя, распространился по руслу и долине р. Кичи-Кемин на расстояние до 40 км, вплоть до ее впадения в р. Шу на территории Казахстана. Последствия этой катастрофы устранялись много лет, однако и на сегодняшний день они негативно отражаются на состоянии окружающей среды и, возможно, здоровье населения этой местности [15]. Нами установлено, что процесс миграции многих токсичных и радиоактивных элементов из хвостохранилищ, расположенных на территории промышленной зоны этого месторождения в русло р. Кичи-Кемин продолжается и в настоящее время. Об этом свиде-

тельствует существенное превышение (в 3–11 раз) содержания Zn, Y, Zr, Hf, Nb, Mo, Pb, Th, U и всех лантаноидов в донных отложениях, отобранных в русле этой реки ниже промышленной зоны над их содержанием в донных отложениях, отобранных выше этого месторождения. Содержание Zn, Sb и Pb в воде на этом отрезке р. Кичи-Кемин увеличивается вниз по течению в 4–15 раз [16]. Эти загрязнители разносятся водными потоками на большие расстояния. Так повышенное содержание Zr, Hf и радионуклидов семейств  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  обнаружено нами в донных отложениях р. Шу даже возле пос. Кайнар (бывший пос. Благовещенка), находящегося на значительной удаленности (более 150 км) от месторождения Ак-Тюз [13, 14].

Приграничная территория Казахстанско-Кыргызского сектора находится в Шу-Сарысуийской ураново-рудной провинции, насыщенной значительным количеством отработанных, разрабатываемых и резервных месторождений урана. Разведка и добыча урана любым способом (открытым, подземным, геотехнологическим) сопровождается загрязнением окружающей среды ЕРН и ТЭ [7, 17]. В КазНУ им. аль-Фараби был изучен радионуклидный состав и формы нахождения урана в почве пос. Камышановское [18, 19]. Установлено, что содержание радионуклидов семейства  $^{238}\text{U}$  в почве этого поселка существенно (примерно в 10 раз) превышает фоновые значения их содержания в данном регионе, что свидетельствует о техногенном влиянии со стороны одноименного уранового рудника. Показано также, что основная часть (более 90 %) содержащегося в

этой почве урана находится в геохимически-мобильных формах. Таким образом, *месторождение урана Камышановское*, расположенное в непосредственной близости от р. Шу, представляет опасность для этой реки как потенциальный источник ее загрязнения ураном и продуктами его радиоактивного распада.

Наибольшую экологическую опасность для приграничной территории Казахстанско-Кыргызского сектора представляет хвостохранилище гидрометаллургического завода (ГМЗ) *Кара-Балтинского горнорудного комбината (КГРК)*, расположенного в пределах Западно-Шуйского месторождения подземных вод на расстоянии 2–3 км к югу от г. Кара-Балта с населением более 40 тыс. человек. За время работы ГМЗ, начиная с 1956 г., на хвостохранилище заскладировано 29,6 млн. т. переработанных урановых руд. В период 1997–2000 гг. учеными Кыргызстана были выполнены работы по оценке и контролю загрязнения грунтовых и подземных вод в районе этого хвостохранилища [7, 8]. Установлено, что из хвостохранилища в водоносный горизонт поступает инфильтрат, имеющий большое содержание сульфатов, нитратов, тяжелых металлов и отдельных ЕРН. Основными причинами радиоактивного и химического загрязнения грунтовых и подземных вод в районе КГРК являются ухудшение качества гидроизоляции ложа хвостохранилища и прекращение в 1996–1997 гг. перехвата загрязненных вод, осуществлявшегося с помощью сети скважин, пробуренных ниже этого сооружения.



территория обследования (внизу, слева, выделена пунктиром);  
содержание U, Mo, Sr в воде на различных контрольных пунктах трансграничных рек (вверху, справа)

Рисунок. Схема мониторинга трансграничных рек Казахстана

В результате сформировался ореол загрязнения подземных вод, содержание сульфатов и нитратов в котором в 5–8 раз превышает санитарный норматив «Предельно-допустимая концентрация» (ПДК). Этот ореол интенсивного загрязнения имеет форму вытянутого на север (по направлению подземного потока в сторону границы с Казахстаном) языка, распространяющегося на расстояние до 15 км от хвостохранилища и на глубину до 100–120 м. В относительно короткий период наблюдений (1997–1999 гг.) отмечено увеличение со временем ширины этого ореола, а также продвижение его переднего фронта и максимума концентрации нитратов по направлению подземного потока на несколько километров. Радиоактивное загрязнение также распространилось на значительное расстояние. Так содержание урана в подземных водах выше (южнее) хвостохранилища составляет 8 мкг/л, а ниже (севернее) г. Кара-Балта его значение возросло до 30 мкг/л. В литературных источниках информации о современном уровне и форме загрязнения подземных вод на этой территории не обнаружено. Особое внимание следует обратить на специфику гидрогеологических условий в этой местности – на расстоянии 3–5 км севернее г. Кара-Балта подземные воды вступают в зону их неглубокого залегания и выклинивания на земную поверхность. Эта особенность, несомненно, создает значительную угрозу загрязнения вод трансграничных рек ЕРН и ТЭ, которыми насыщено хвостохранилище ГМЗ. Отдельные результаты выполненных нами исследований [20–22] свидетельствуют о реальности такой угрозы – на приграничных участках трансграничных рек (Шу, Шор-Коо, Аксу, Карабалта, Токтас) содержание урана в их водах находится в пределах 19–39 мкг/л (значение ПДК для урана в питьевых водах, рекомендованное Всемирной организацией здравоохранения, составляет 30 мкг/л [23]). По суммарному содержанию отдельных элементов 1-го и 2-го класса опасности (As, B, Ba, Mo, Sb, U) токсичность этих вод превышает соответствующее значение санитарного норматива в 1,4–3,0 раза. При этом основной вклад в показатель токсичности этих вод вносит уран – химический элемент 1-го класса опасности.

Следует отметить также, что установленная тенденция расширения ореола загрязненных подземных вод создает значительную вероятность их влияния на радионуклидный и элементный состав вод и более удаленных от хвостохранилища КГРК «Кара-Балта» трансграничных рек (Ойранды, Кайындысай, Аспара и др.), являющихся притоками р. Курагаты. Полученные нами данные о высоком содержании в водах рек Ойранды и Кайындысай многих токсичных элементов, таких как B, Li, Sr, As, Mo, Ba, Co, Sb и, особенно, U (до 50 мкг/л) [24], служат серьезным аргументом в пользу выдвинутого нами предположения. Более того, этот процесс негативно отражается на качестве воды р. Курагаты. Необходимо

принимать срочные меры по выявлению источников и установлению механизмов загрязнения этих рек на территории Кыргызстана. Не исключено, что таким источником являются подземные воды, находящиеся под влиянием хвостохранилища радиоактивных отходов КГРК «Кара-Балта». Если будет подтвержден факт загрязнения подземных вод отходами производства этого предприятия на столь значительном пространстве, то это будет означать, что экологическая ситуация на приграничной с Казахстаном части территории Кыргызстана обрела катастрофический характер.

Изложенные результаты анализа состояния радиационно-опасных объектов Кыргызстана («Ак-Тюз», «Камышановское», «Кара-Балта»), а также негативных последствий для окружающей среды (в первую очередь – для природных водных источников), связанных с техническим состоянием и происшедшими на этих объектах отдельными событиями, свидетельствуют о том, что на приграничной территории Казахстанско-Кыргызского сектора сложилась критическая ситуация острого экологического риска. Каких-либо предупреждений, либо ограничений по водопользованию для жителей этого трансграничного сектора не существует. Такая ситуация вызывает тревогу у местного населения, а также значительную озабоченность научной общественности и международных организаций (ЮНЕП, ПРООН, ОБСЕ, НАТО), сотрудничающих в рамках инициативы «Окружающая среда и безопасность». Так, в работе [25] отмечается: «Дегградация окружающей среды может способствовать усилению социальной напряженности и активизации латентных конфликтов. В то же время, в сложных социально-политических условиях природоохранное сотрудничество укрепляет доверие и улучшает отношения между сообществами, зависящими от общих природных ресурсов... Мы считаем, что исследование и оценка ситуации с участием различных заинтересованных сторон с последующими целенаправленными действиями в конкретных районах возможных конфликтов способствуют устойчивому развитию и поддержанию мира.». Таким образом, следуя мнению авторитетных международных организаций и во избежание обострения конфликтов в приграничном Казахстанско-Кыргызском секторе, необходимо провести комплексное обследование водных источников на территории водного бассейна Шу-Курагаты, в наибольшей степени подвергнутой негативному влиянию со стороны радиационно-опасных промышленных объектов атомной отрасли «Кара-Балта» и «Камышановское».

Учитывая, что Казахстан является мировым лидером по добыче урана и находится в преддверии освоения атомной энергетики, актуальность настоящего проекта, связанного с вопросом безопасности ядерного топливного цикла, не должна вызывать сомнений.

**Предложение по решению проблемы экологического риска на территории Казахстанско-Кыргызского сектора**

Для решения изложенной выше проблемы нами разработан *проект* по обследованию водных объектов и отдельных, наиболее загрязненных ЕРН и ТЭ, участков на территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты. Продолжительность работ по проекту – 3 года. *Целью проекта* является комплексная оценка степени влияния радиационно-опасных объектов Кыргызстана на уровень загрязненности ЕРН и ТЭ рек и водохранилищ на территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты и выработка мероприятий по ограничению негативного воздействия этого загрязнения на здоровье местного населения.

**Задачи проекта**

Достижение поставленной цели планируется путем решения представленных ниже задач.

**Задача 1** Организация и проведение экспедиционных работ.

Решение этой задачи включает в себя следующее:

- составление плана работ и схемы отбора проб, материальное и техническое обеспечение полевых работ;
- определение географических координат и фототрафирование местности на намеченных контрольных пунктах (КП);
- измерение значений мощности эквивалентной дозы (МЭД) на намеченных КП;
- отбор, предварительная обработка и упаковка проб воды, донных отложений, почвы и отдельных видов растительности на намеченных КП;
- транспортировка отобранных проб объектов окружающей среды в Институт ядерной физики (ИЯФ).

**Задача 2** Изучение содержания и форм нахождения радионуклидов и токсичных элементов в отобранных пробах объектов окружающей среды.

Решение этой задачи включает в себя следующее:

- определение радионуклидного состава отобранных проб почвы и донных отложений на основе метода инструментальной гамма-спектрометрии (ИГС);
- определение элементного состава отобранных проб почвы и донных отложений на основе методов рентгенофлуоресцентного (РФА) и нейтроноактивационного (НАА);
- определение форм нахождения радионуклидов и токсичных элементов в отдельных пробах почвы и донных отложений методом дробного выщелачивания;
- определение содержания и (в отдельных пробах) форм нахождения токсичных элементов в водах различных источников на основе методов НАА, масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плаз-

мой (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП);

– определение радионуклидного состава отдельных проб воды методом радиохимического анализа (РХА).

**Задача 3** Статистическая обработка данных, графические построения, интерпретация и опубликование полученных результатов исследования.

Решение этой задачи включает в себя следующее:

- определение фоновых значений содержания отдельных радионуклидов и токсичных элементов на обследуемой территории;
- определение источников и механизмов загрязнения трансграничных рек на обследуемой территории;
- ранжирование водных объектов на обследуемой территории по уровню загрязненности их вод ЕРН и ТЭ;
- изучение и графическое отображение распределения радионуклидов и токсичных элементов в объектах окружающей среды на обследуемой территории;
- апробация полученных результатов исследования на международных конференциях и их опубликование в рейтинговых научных изданиях.

**Задача 4** Оценка степени радиационной и химической опасности для населения обследуемой территории и выработка рекомендаций по ее ограничению.

Решение этой задачи включает в себя следующее:

- оценка степени радиационной опасности наиболее загрязненных радионуклидами участков обследуемой территории с учетом полученных данных МЭД и рассчитанных, на основе данных о радионуклидном составе проб почвы и донных отложений, значений мощности поглощенной дозы (МПД);
- оценка степени радиационной и химической токсичности природных вод на обследуемой территории, посредством сравнения данных их радионуклидного и элементного состава с соответствующими санитарными нормативами;
- выработка рекомендаций по мероприятиям, направленным на обеспечение радиационной и химической безопасности населения территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты.

**Методы исследования**

Задачами проекта предусмотрено выполнение экспедиционных работ и лабораторных аналитических исследований. Для решения этих задач будет использована методология, разработанная участниками международного проекта «Навруз» и апробированная нами в ходе выполнения многих других аналогичных исследований [26–28].

Полевые работы включают в себя 7 экспедиций. На территории Казахстана будет проведено 4 экспедиции, на территории Кыргызстана – 3 экспедиции.

Экспедиционные работы на территории Казахстана будут выполнены сотрудниками ИЯФ, на территории Кыргызстана – сотрудниками Института биологии и почвоведения Национальной академии Кыргызской Республики (ИБП НАН КР). Работы на территории Казахстана будут проводиться в первые 2 года проекта, весной (период половодья) и осенью (период межени) с целью получения информации о сезонной вариативности состава изучаемых объектов окружающей среды. На территории Кыргызстана эти работы будут выполняться ежегодно в летний период. Основной целью этих исследований является выявление источников и выяснение возможных механизмов загрязнения трансграничных рек. Для решения этих вопросов сведения о сезонной вариативности не имеют определяющего значения. Вместе с тем, такое распределение по срокам проведения экспедиций позволит урегулировать нагрузку работ на аналитическую группу.

Экспедиционные работы будут проводиться в соответствии с заранее разработанным заданием. При этом, при составлении задания на каждую последующую экспедицию, будут учитываться результаты предыдущих экспедиций. Измерение значений МЭД будет проведено с помощью дозиметров-радиометров МКС-АТ1117М на высоте 1 м от поверхности земли. Отбор всех проб объектов окружающей среды будет выполнен в соответствии с нормативными документами, занесенными в Государственный реестр РК.

Пробы почвы будут отобраны близ берега реки на площадке, не подверженной паводкам и хозяйственной деятельности. Отбор производится методом конверта (по 1 точке в середине каждой стороны квадрата и 1 точка – в центре) со стороной 50 м. В каждой точке отбирается поверхностный слой с участка  $10 \cdot 10 \text{ см}^2$  и глубиной 5 см. Объединенная из 5 точек проба (не менее 1 кг), после тщательного квартования, помещается в двойной полиэтиленовый пакет и маркируется.

Пробы донных отложений будут отобраны со дна реки на расстоянии в несколько метров от береговой линии. Отбор производится в 5 точках (с интервалом не менее 10 м, вдоль берега) с помощью специального пробоотборника. Объединенная из 5 точек проба тщательно квартуется, высушивается, помещается в полиэтиленовый пакет, который размещается в специальном контейнере. Полиэтиленовый пакет и контейнер маркируются.

Пробы воды будут отобраны не менее, чем в 5-ти точках, на равном расстоянии друг от друга, поперек русла реки. Для этого выбираются места свободные от водорослей и плавающего мусора. Отбор, в зависимости от глубины реки, производится вброд, с помощью плавсредства, либо с мостов. Используется специальный пробоотборник, который погружается в воду на разную глубину (возрастающую от берега к середине русла реки), но не менее 0,5 м.

Объединенная из 5 точек проба (каждая по 1 л) фильтруется через мембранные фильтры 0,3 мкм, консервируется из расчета 3 мл концентрированной  $\text{HNO}_3$  на 1 л воды и герметично упаковывается в пластиковый бутыль. Бутыль маркируется. В отдельных случаях (для радиохимического анализа, для изучения форм нахождения примесей) будут отобраны пробы воды объемом до 5 л и даже 10 л.

Отобранные пробы объектов окружающей среды будут доставлены в ИЯФ для выполнения аналитических работ. Методами МС-ИСП и АЭ-ИСП будут определены в пробах воды и отдельных пробах растительности следующие элементы: Na, P, Ca, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Mo, Sb, Ba, La, Ce, Pb, U. Методом РХА в отдельных пробах воды и растительности будут определены следующие радионуклиды:  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ . Методом ИГС будут определены в пробах почвы и донных отложений следующие радионуклиды:  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Bi}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{227}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ . Методами НАА и РФА будут определены в этих же пробах, в общей сложности, следующие элементы: Na, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Pb, Th, U. Представленный перечень определяемых элементов не исчерпывает все возможности используемых методов. В случае необходимости, возникшей в ходе исследований, он может быть расширен. Для выполнения этих работ будет использован атомный реактор ВВР-К, а также современная измерительная аппаратура и программное обеспечение фирм «Canberra» и «Ortec». Все используемые методики занесены в Государственный реестр средств измерения РК.

На основе полученных новых экспериментальных данных о радионуклидном и элементном составе объектов окружающей среды (и их отдельных фракций) будут выполнены дальнейшие работы по статистической обработке данных, графическому построению, интерпретации и опубликованию полученных результатов – Задача 3, а также по оценке степени радиационной и химической опасности для населения обследуемой территории и выработке рекомендаций по ограничению этой опасности – Задача 4. Эти работы будут выполнены согласно требованиям соответствующих нормативных документов и с использованием современного программного обеспечения и ГИС-технологий. Все научные и практические результаты выполненных исследований будут своевременно опубликованы в научных республиканских и международных рейтинговых изданиях. Публикациям будет предшествовать обсуждение результатов и авторского коллектива на научно-техническом совете Центра комплексных экологических исследований ИЯФ МЭ РК.

Экспериментальная часть исследований в значительной степени обеспечена современной аппаратурой, оргтехникой и специальными программами.

Участники настоящего проекта имеют большой опыт работ по изучению и мониторингу радиационной и экологической ситуации в бассейнах различных рек Казахстана. Эти работы выполнялись (и выполняются) в рамках многих международных проектов, республиканских программ и хозяйственных договоров. Квалификация участников проекта позволяет выполнить намеченные исследования собственными силами и в полном объеме.

#### ***Ожидаемые результаты и значимость проекта***

В ходе выполнения проекта впервые будут получены новые данные о радионуклидном и элементном составе (и формах нахождения ЕРН и ТЭ) объектов окружающей среды (вода, донные отложения, прибрежная и пойменная почва) на всей протяженности трансграничных рек, как на территории Кыргызстана, так и Казахстана. Эти данные позволят выявить источники и установить механизмы загрязнения радионуклидами и токсичными элементами рек на территории Кыргызстана. На основе данных о радионуклидном составе проб почвы будут выявлены и детально обследованы отдельные наиболее загрязненные ЕРН участки на обследуемой территории. По полученным данным будут определены дозовые характеристики и оценена степень опасности для людей, проживающих (либо пребывающих) на этих участках. Воды изученных рек и водохранилищ будут ранжированы по степени их радиационной и химической токсичности. На основе полученных результатов будут подготовлены и переданы в санитарно-эпидемиологические службы рекомендации по мероприятиям, направленным на обеспечение радиационной и химической безопасности населения территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты, для выработки соответствующих решений. Авторы проекта предполагают также, что результаты запланированных исследований позволят (со значительной степенью вероятности) наметить пути и, возможно, даже выработать технические решения вопроса ликвидации (либо ограничения) процесса загрязнения ЕРН и ТЭ водных объектов и нормализации радиационной и экологической обстановки на обследуемой территории.

Уникальность и социальная значимость проекта выражаются в том, что по полученным результатам впервые будет дано научно-обоснованное заключение о степени влияния радиоактивных отходов промышленных предприятий Кыргызстана (включая одно из самых крупных в Центральной Азии предприятие по переработке урана КГРК «Кара-Балта») на уровень загрязненности ЕРН и ТЭ природных вод и территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты. Кроме того, будут установлены уровни радиационной и химической опасности этого загрязнения для живых организмов и окружающей среды и выработаны мероприятия по ограничению его влияния на здоровье людей, проживающих на этой территории.

Значимость проекта в международном масштабе, а также его важность и востребованность заключаются в том, что методология обследования территории водного бассейна Казахстанско-Кыргызского сектора, подвергнутой влиянию радиационно-опасных объектов, и полученный практический опыт могут быть использованы для изучения радиационной и экологической ситуации на территориях многих других трансграничных водных бассейнов, например, в Ферганской долине, на стыке 3-х государств: Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан.

Проект имеет большую политическую значимость, поскольку подпадает под определение «природоохранное сотрудничество», которое, следуя мнению авторитетных международных организаций ЮНЕП, ПРООН, ОБСЕ, НАТО, «способствует устойчивому развитию и поддержанию мира».

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе литературных источников и собственных данных выполнен анализ водных проблем в мире и Центральной Азии. Показано, что в настоящее время на Земле сложилась ситуация значительного и стремительно нарастающего дефицита чистой пресной воды, поскольку она распределена неравномерно и подвергнута влиянию многих механизмов техногенного и природного загрязнения. Ситуацию сформировавшегося водного кризиса существенно усугубляет трансграничная специфика административно-географического расположения водных источников. По мнению многих экспертов и политиков, истощение и загрязнение водных ресурсов влечет за собой угрозу глобальной безопасности на Земле.

Показано, что одной из наиболее серьезных водных проблем Центральной Азии, наряду с перечисленными выше, является значительная загрязненность многих рек и водохранилищ естественными радионуклидами (ЕРН) и токсичными элементами (ТЭ). Основными источниками загрязнения этих водных объектов являются многочисленные хвостохранилища добывающих и перерабатывающих предприятий урановой и других видов промышленности, использующих сырье с повышенным содержанием ЕРН и ТЭ. Наиболее выражено эта особенность представлена на трансграничной территории Казахстанско-Кыргызского сектора, водные объекты которого подвергнуты негативному влиянию радиоактивных отходов следующих промышленных предприятий Кыргызстана: месторождение полиметаллов (включая торий) «Ак-Тюз», месторождение урана «Камышановское», крупнейший горно-рудный комбинат по переработке урана «Кара-Балта». Установлено, что в результате такого процесса, на территории этого сектора (особенно, на территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты) сложилась критическая ситуация острого экологического риска, вызывающая тревогу у местного населения, а также значительную озабоченность научной

общественности и ряда международных организаций.

Для решения выявленной проблемы разработан проект по обследованию водных объектов и отдельных, наиболее загрязненных ЕРН и ТЭ, участков на территории трансграничного водного бассейна Шу-Курагаты. Целью этого проекта является комплексная оценка степени влияния радиационно-опасных объектов Кыргызстана на уровень загрязненности ЕРН и ТЭ рек и водохранилищ на территории этого бассейна и выработка мероприятий по ограничению негативного воздействия этого загрязнения на здоровье местного населения. В итоге выполнения проекта будут получены новые научные и практические результаты, имеющие большую социальную и политическую значимость. Новые научно-обоснованные сведения об источниках и механизмах загрязнения ЕРН и ТЭ водных объектов этого бассейна послужат базовой информацией, необходимой для решения

вопроса нормализации радиационной и экологической обстановки на территории трансграничного Казахстанско-Кыргызского сектора.

#### БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья подготовлена при поддержке со стороны МОН РК, по проекту № AP05130744 «Изучение радиационной и экологической обстановки на территории трансграничных рек водного бассейна Шу-Курагаты, подвергнутых влиянию промышленных предприятий ядерно-энергетического сектора в Кыргызстане», позволяющей выполнить часть работ, представленных в разделе «Задачи проекта». Авторы благодарят Комитет науки МОН РК за выделенное финансирование и выражают надежду на дальнейшую поддержку, необходимую для выполнения всех исследований, предусмотренных настоящим проектом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы России и мира // Экология и жизнь. 2009, № 6 (91), с. 48–53.
2. Хасиев Р.С. Вода и мир // Экология и жизнь. 2012, № 6 (127), с. 73–77.
3. Константинов А.П. Экология и здоровье: опасности мифические и реальные // Экология и жизнь. 2012, № 9 (130), с. 82–88.
4. Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С. Современная водная дипломатия // Природа. 2011, № 9, с. 44–51.
5. Shestakov F.V. Should we carry war on water? // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2016, v.1, № 359, p. 155–162.
6. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Алматы, 2004, UNDP, 132 с.
7. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г. Экология горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек. Изд. Илим, 2001, 182 с.
8. Vasiliev I.A. Radioecological problems of uranium production. National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. Institute of Physics. Bishkek, 2006, 106 p.
9. Дженбаев Б.М., Калдыбаев Б.К., Жолболдиев Б.Т. Проблемы радиозологии и радиационной безопасности бывших урановых производств в Кыргызстане // Радиационная биология. Радиозология, 2013. Т.53. №4. С.428–431.
10. Djenbaev B. M. Radioecological Assessment of the Uranium Tailings in Tuyuk-Suu (Kyrgyzstan), Zholbolduev B.T., Zhumaliev. T.N., Voitsekhovitch O.V. // Journal of Geological Resource and Engineering, Volume 3. Number 2. Mar–Apr. 2015. P.89–97.
11. B.M. Djenbaev, B.K. Kaldybaev, B.T. Zholboldiev. – Book title: Radioactive Waste (ISBN 978-953-51-0551-0). 502 pages, April, 2012. Book edited by: Dr. R. O. Abdel Rahman (<http://www.intechopen.com/articles/show/title/>)
12. Копыгина М.А. Конфликты водопользования в пределах приграничной территории Казахстанско-Кыргызского сектора // Новости науки Казахстана. Алматы 2015, № 3 (125), с. 75–87.
13. Солодухин В.П., Позняк В.Л., Кабирова Г.М., Степанов В.М., Рязанова Л.А., Габдулин Р.М., Ленник С.Г., Ливенцова А.С., Быченко А.Н., Желтов Д.А. Радионуклиды и микроэлементы в трансграничных реках Казахстана // Вестник КазНУ им. аль-Фараби, серия экологическая. 2014, 1/1 (40), с. 108–113.
14. Solodukhin V., Poznyak V., Kabirova G., Stepanov V., Ryazanova L., Lennik S., Liventsova A., Bychenko A., Zheltov D. Natural radionuclides and toxic elements in transboundary rivers of Kazakhstan // Radiation Protection Dosimetry, 2015, V. 164, N 4, P. 542–547.
15. Торгоев И.А. Экологические последствия катастрофических аварий на хвостохранилищах Кыргызстана. Материалы Международной конференции «Проблемы радиозологии и управления отходами уранового производства в Центральной Азии». Бишкек – Иссык-Куль – «Аврора», 6–9 июня 2011. Бишкек-2011, с. 130–134.
16. Solodukhin V., Poznyak V. Studying the effect of radioactive wastes at the Ak-Tyuz deposit on radionuclide and elemental composition of water objects of Kichi-Kemin river // Radiation Protection Dosimetry, 2015, V. 164, N 4, P. 552–555.
17. Кадыржанов К.К., Демехов Ю.В., Солодухин В.П., Позняк В.Л., Кабирова Г.М., Заика М.Ю. Изучение радиационной и экологической обстановки на месторождении урана «Заречное» // Доклады 6-ой Международной конференции «Ядерная и радиационная физика». Алматы, Казахстан, 4–7 июня 2007, с. 67–73.
18. Матвеева И.В. Поведение радионуклидов семейств урана и тория в экосистеме долины реки Шу. Диссертация на соискание ученой степени доктора философии. Алматы, 2013, 136 с.
19. Matveyeva I., Nazarkulova Sh., Satybaldiev B., Uralbekov B., Planinšek P., Jačimović R., Smodiš B., Burkitbayev M. Natural radionuclides in a peat core from the Kamyschanovskoe uranium deposit in Kyrgyzstan // Environmental radioactivity in Central Asia. Almaty, Kazakh University, 2012, p. 123–127.
20. Солодухин В.П., Позняк В.Л., Кабирова Г.М., Степанов В.М., Рязанова Л.А., Габдулин Р.М., Ленник С.Г., Ливенцова А.С., Быченко А.Н., Желтов Д.А. Первые результаты радиационного и экологического обследования рек бассейна

- Тасоткельского водохранилища // Доклады 9-ой международной конференции «Ядерная и радиационная физика». 24–27 сентября 2013 г., Алматы, Казахстан. – С. 306–310.
21. Solodukhin V., Poznyak V., Kabirova G., Stepanov V., Ryazanova L., Lennik S., Liventsova A., Bychenko A., Zheltov D. Studying the radionuclide and elemental composition of water objects in the rivers of the tasotkel water storage reservoir basin // VII Eurasian Conference on “Nuclear Science and Its Application”. Book of abstracts. Baku Azerbaijan. October 21–24, 2014. – P. 344–345.
  22. Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Kabirova G.M., Ryazanova L.A., Lennik S.G., Liventsova A.S., Bychenko A.N., Zheltov D.A. Radionuclides and toxic chemical elements in the transboundary «Kyrgyzstan - Kazakhstan» rivers // J Radioanal Nucl Chem., 2016, V. 309, C. 115–124.
  23. Guidelines for Drinking Water Quality, Fourth Edition, World Health Organization. 2011, 564 p.
  24. Солодухин В.П. Радионуклиды и токсичные элементы в трансграничных реках Казахстана – результаты 10-летнего мониторинга // International Scientific Forum NUCLEAR SCIENCE END TECHNOLOGIES. ABSTRACTS. September 12–15, 2017 Almaty, Republic of Kazakhstan, P. 12.
  25. Environment and Security. Transforming risks into cooperation. ISBN: 82-7701-035-4. 2005, UNEP, UNDP, OSCE, NATO, 54 p.
  26. Barber D. S., Yuldashev B.S., Kadyrzhanov K.K., Yeleukenov D., Ben Ouagrahm S., Solodukhin V.P., Salikhbaev U.S., Kist A.A., Vasiliev I.A., Djuraev A.A., Betsill J. D., Passell H.D., Tolongutov B.M., Poznyak V.L., Radyuk R.I., Alekhina V.M., Kazachevskiy I.V., Knyazev B.B., Lukashenko S.N., Khajekber S., Zhuk L.I., Dzhuraev An., Vdovina E.D., Mamatbraimov S. Radio-ecological situation in river basins of Central Asia Syrdarya and Amudarya according to the results of the project “Navruz” // Environmental Protection Against Radioactive Pollution. NATO Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences. – 2003. – Vol. 33. – P. 39–51.
  27. Yuldashev B.S., Salikhbaev U., Kist A.A., Radyuk R.I., Barber D.S., Passell H.D., Betsil J.D., Matthews R., Vdovina E.D., Zhuk L.I., Solodukhin V.P., Poznyak V.L., Vasiliev I.A., Alekhina V.M., Djuraev A.A. Radioecological monitoring of transboundary rivers of Central Asia Region // Journal of Radioanalytical and Nuclear chemistry. – 2005. – Vol. 263, № 1. – P. 219–228.
  28. Passell H.D., Solodukhin V.P., Khazhekber S., Poznyak V. L., Vasiliev I.A., Alekhina V., Djuraev A., Salikhbaev U.S., Radyuk R.I., Suozzi D., Barber D.S. The Navruz Project: Cooperative, Transboundary Monitoring, Data Sharing and Modeling of Water Resources in Central Asia // Nuclear Risk in Central Asia. – Netherlands: Springer Science+Business Media B.V., 2008. – P. 191–199.

#### «КАЗАХСТАН-КЫРГЫЗСТАН» ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ СЕКТОРЫ АУМАҒЫНДАҒЫ ТАЗА СУ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

<sup>1)</sup> В.П. Солодухин, <sup>2)</sup> Дженбаев Б.М.

<sup>1)</sup> ҚР ЭМ Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

<sup>2)</sup> ҚР ҰҒА Биология және топырақтану институты, Бішкек, Қырғызстан

Әдеби дереккөздер мен өзіндік мәліметтердің негізінде әлемдегі және Орталық Азиядағы су мәселелерін талдау нәтижелері ұсынылды. Қазақстан-Қырғызстан трансшекаралық секторы аумағындағы табиғи сулардың және басқа да қоршаған орта объектілерінің табиғи радионуклидтермен және улы элементтермен ластану деңгейіне Қырғызстанның радиациялық-қауіпті объектілерінің қалдық қоймаларының теріс ықпал ету айғақтары келтірілді. Шу-Қорағаты трансшекаралық су алабының аумағындағы радиациялық және экологиялық жағдайды ядро-физикалық талдау әдістері негізінде зерделеуді және жергілікті халық денсаулығына төнетін қатерлерді шектеу жөніндегі іс-шараларды жасап шығаруды көздейтін жоба ұсынылды.

**Түйін сөздер:** су, трансшекаралық өзендер, радионуклидтер, улы элементтер, ядро-физикалық талдау әдістері.

#### PROBLEMS OF CLEAN WATER ON THE TERRITORY OF THE TRANSBOUNDARY SECTOR “KAZAKHSTAN-KYRGYZSTAN” AND THE PERSPECTIVES FOR THEIR SOLUTION

<sup>1)</sup> V.P. Solodukhin, <sup>2)</sup> B.M. Djenbaev

<sup>1)</sup> Institute of Nuclear Physics, ME RK, Almaty, Kazakhstan

<sup>2)</sup> The Institute of Biology and Pedology Science, KR National Academy of Sciences, Bishkek, Kyrgyzstan

Based on the literature and own data, the results of the analysis of water problems in the world and Central Asia have been provided. Evidence of negative impact of the tailing pools of the radiation hazardous objects of Kyrgyzstan on the level of natural waters and other environmental objects contamination with natural radionuclides and toxic elements in the territory of the Kazakhstan-Kyrgyzstan transboundary sector has been provided. The project has been presented that covers the study of the radiation and environmental situation in the Shu-Kuragaty transboundary water basin using the nuclear-physical methods of analysis and development of the measures to limit the risk to the health of local population. **Key words:** water, transboundary rivers, radionuclides, toxic elements, nuclear-physical methods of analysis.