

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Республиканское государственное предприятие
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»
Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии»
(Филиал «ИРБЭ» РГП «НЯЦ РК»)

УДК 551.48:551.49:504.064

Пронин Сергей Сергеевич

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА
ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД СИП

**Работа, представляемая на конференцию-конкурс НИОКР
молодых ученых и специалистов
Национального ядерного центра Республики Казахстан**

(прикладные исследования)

Руководитель работ: Актаев М.Р., начальник ЛМИ ОРСМОС

Курчатов 2020 г.

АВТОР

Пронин Сергей Сергеевич

Начальник группы исследования радиационного состояния и мониторинга водной среды
лаборатории мониторинговых исследований отдела РСМОС
Филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП «НЯЦ РК»,
1987 года рождения,
образование высшее (Алтайский государственный аграрный университет 2017 г.),
специальность – Природообустройство и водопользование,
квалификация по диплому – магистр природообустройство и водопользование,
работает в Филиале «ИРБЭ» РГП «НЯЦ РК» с 2014 г.,
общий стаж работы 13 лет.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

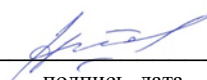
Начальник группы исследования
радиационного состояния
и мониторинга водной среды
ЛМИ ОРСМОС



подпись, дата

Пронин С.С.

Начальник лаборатории
мониторинговых исследований
отдела РСМОС



подпись, дата

Актаев М.Р.

ПРОНИН СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА
ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД СИП

Работа, представленная на конференцию - конкурс НИОКР молодых ученых и специалистов Национального ядерного центра Республики Казахстан
Филиала "Институт радиационной безопасности и экологии" Республиканского государственного предприятия "Национальный ядерный центр Республики Казахстан"
071100, г. Курчатов, Бейбыт атом 2, тел. (722)51-2-34-13,
Факс (722)51-2-28-06, E_mail: proninss@nnc.kz

РЕФЕРАТ

Работа 15 страниц, 4 рисунка, 2 таблицы, 5 источников литературы.

Объект исследования: поверхностные и подземные воды территории СИП.

Актуальность: По окончании комплексных обследований СИП в 2021 году будут установлены новые границы, ограничивающие доступ населения к радиационно-загрязненным участкам и испытательным площадкам полигона. С целью контроля миграции техногенных радионуклидов водным путем за пределы установленных границ необходимо разработать программу мониторинга водной среды, которая будет включать в себя обоснованный подход к выбору мест расположения пунктов мониторинга и ключевые контролируемые параметры его функционирования.

Цель работы: обеспечение долгосрочного контроля миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами с учетом новых границ территории СИП

Задачи исследований:

- анализ и характеристика путей миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами за пределы испытательных площадок СИП;
- выбор и обоснование расположения новых участков мониторинга подземных и поверхностных вод;
- определение системных требований к функционированию программы мониторинга: контролируемые параметры, периодичность отбора, объемы и система сбора данных.

Результаты работ:

Получен достоверный объем информации относительно текущей радиационной ситуации в подземных и поверхностных водах СИП, по данным многолетних исследований и наблюдений.

На основании фондовых и научных данных обоснованы места расположения и количество пунктов мониторинга с учетом новых границ СИП.

Определена структура программы радиационного мониторинга подземных и поверхностных вод, обеспечивающая получение качественных и количественных данных, характеризующих радиационное загрязнение водной среды полигона.

Научная новизна: проведена систематизация данных радиационного мониторинга подземных и поверхностных вод СИП и выполнен научно-обоснованный подход к выбору

мест расположения пунктов мониторинга применительно к новым предполагаемым границам полигона.

Практическая значимость: Разработанная система радиационного мониторинга подземных и поверхностных вод обеспечит радиационную безопасность окружающей среды и населения, проживающего в нашем регионе, и войдет в общую систему радиационного мониторинга окружающей среды на СИП и прилегающих территориях.

Личный вклад автора: непосредственное участие в планировании работ, организация и проведение полевых работ, обработка и анализ полученных данных.

Публикации: по данной теме отсутствуют.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ

РГП	Республиканское государственное предприятие
НЯЦ РК	Национальный ядерный центр Республики Казахстан
ИРБЭ	Институт радиационной безопасности и экологии
УДК	Универсальная десятичная классификация
^3H	Тритии
^{90}Sr	Стронции
$^{239+240}\text{Pu}$	Плутонии
^{137}Cs	Цезии
^{241}Am	Цезии
Бк/кг	Беккерель на килограмм

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ _____	6
1. Методология исследования оз. Кишкенсор _____	Error! Bookmark not defined.
2. Исследование распределения техногенных радионуклидов в донных отложениях _____	Error! Bookmark not defined.
3. Исследование уровней и характера загрязнения поверхностных и подземных вод _____	Error! Bookmark not defined.
Обсуждение результатов _____	Error! Bookmark not defined.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ _____	13

ВВЕДЕНИЕ

С момента закрытия бывшего Семипалатинского испытательного полигона (далее - СИП) в 1991 г, одним из важных направлений, связанных с обеспечением радиационной безопасности полигона, является исследование и мониторинг водной среды, которая по-прежнему характеризуется радиоактивным загрязнением.

Современное радиоэкологическое состояние водных объектов СИП обусловлено вторичным загрязнением продуктами ядерных испытаний на площадках «Балапан», «Дегелен», «Телькем» и «Сары-Узень» путем выноса техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами из мест проведения ядерных испытаний. В основном присутствие техногенных радионуклидов отмечается в пределах площадок, однако в отдельных случаях наблюдается их миграция за пределы административных границ испытательных площадок и территории СИП.

Безусловно, состояние водной среды, как одной из основных природных сред полигона, начинали исследовать с момента проведения ПЯВ и продолжили в последующие годы. Этому свидетельствуют наличие имеющихся гидрогеологических скважин на полигоне, которые были созданы в начале 60-70-х годов. К настоящему времени, в рамках проведения комплексных исследований территории СИП, получен большой объем информации относительно текущей радиационной картины водной среды на полигоне. Выявлены практически все значимые участки радиоактивного загрязнения, определены возможные пути и механизмы текущего и потенциального распространения радиоактивных веществ. Установлено, что радиоактивное загрязнение территории полигона не является повсеместным, а территориально приурочено к местам проведения ядерных испытаний, которые обусловили максимальное загрязнение земной поверхности, в основном, в пределах испытательных площадок. Вместе с тем, установлено, что за пределами испытательных площадок, также как за пределами установленных границ СИП, на прилегающих к нему территориях, отмечаются места с повышенным радиационным фоном.

Полностью завершить комплексные обследования территории СИП планируется к концу 2021 года. Учитывая, что на данной территории до сих пор существуют радиационно-загрязненные участки, характеризующиеся повышенным радиационным фоном, а также возможен перенос техногенных радионуклидов с водной средой на прилегающие к ним территории, необходимо осуществлять комплексный радиационный мониторинг, который будет охватывать не только территорию СИП, но и прилегающие к нему участки. Все это в целом позволит обеспечивать радиационную безопасность окружающей среды и населения, проживающего в данном регионе.

Таким образом, целью данной работы являлось обеспечение долгосрочного контроля миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами с учетом новой границы СИП. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Анализ и характеристика путей миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами за пределы испытательных площадок СИП.
2. Выбор и обоснование расположения новых участков мониторинга подземных и поверхностных вод.
3. Определение системных требований к функционированию программы мониторинга: контролируемые параметры, периодичность отбора, объемы и система сбора данных.

1. Материалы и методы исследования

Информация о подземных водах и геологическом строении на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (далее СИП) получена из фондовых материалов, состоящих из объяснительных записок к Государственной геологической карте СССР масштаба 1:200 000 [1, 2, 3, 4, 5].

Пробы воды при выполнении полевых работ отбирались по стандартной методике в герметичные полиэтиленовые емкости, которые перед наполнением ополаскивались грунтовой водой не менее трех раз. Объем пробы для определения техногенных радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ составлял не менее 10 литров, для определения содержания ^3H – 1,5 литра. Отобранные пробы поступали в лабораторию на анализ в течение 2-3 суток.

Для отбора подземных вод (грунтовых и трещинных) проводилось бурение скважин с помощью установки ЛБУ 50-07 на базе автомобиля КамАЗ. Бурение проводилось механическим вращательным и ударно-вращательным способом. Отбор проб подземных вод из пробуренных скважин проводился с помощью специального глубинного пробоотборника.

Лабораторные работы по определению содержания исследуемых компонентов проводились в соответствии с методическими указаниями и инструкциями на поверенной лабораторной аппаратуре.

Определение содержания ^3H проводилось методом жидкосцинтилляционной спектрометрии на приборе TRI-CARB 2900 TR. Измерения проводились в соответствии с [Error! Bookmark not defined.]. Выделение ^3H из донных отложений проводилось в лабораторных условиях методом дистилляции.

Определение содержания ^{137}Cs , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{90}Sr выполнялось в соответствии со стандартными методиками [Error! Bookmark not defined.], [Error! Bookmark not defined.], [Error! Bookmark not defined.].

2. Анализ и характеристика путей миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами за пределы испытательных площадок СИП

В целом, хронологию становления исследования и мониторинга состояния водной среды можно разделить условно на три отрезка времени. К первому можно отнести периоды с момента проведения первого ПЯВ в 1961 году, и последующий за ним период интенсивной деятельности полигона. В это время, создание различных видов скважин было обусловлено необходимостью выбора мест проведения ПЯВ, причем обязательно с учетом факторов, определявших возможность удержания под землей радиоактивных продуктов ядерного взрыва. В частности, необходимо было установить отсутствие геологических разломов и трещин вблизи эпицентра взрыва, что, собственно, объясняет создание свыше 300 скважин, расположенных непосредственно в пределах границ испытательных площадок.

Ко второму периоду, относится время с момента закрытия полигона и образования Национального ядерного центра РК. В это время был проложен путь к внедрению различных государственных программ, а также других технических контрактов, в том числе и зарубежных, направленных на исследование и разработку основ и выбору оптимальной технологии для ликвидации загрязненных территорий полигона. Одним из главных результатов этих работ являлась оценка влияния последствий ЯИ как на природные водоемы полигона, так и на техногенные водные объекты, которые сформировались в результате проведения различных экспериментальных испытаний. Непосредственные работы проводились в дочерних предприятиях НЯЦ РК, к которым относились Институт геофизических исследований и Институт радиационной безопасности и экологии. Институт геофизических исследований выполнял основные

полевые работы, связанные с обследованием различных скважин и поверхностных водных объектов. А последующий лабораторный анализ проводился в лаборатории Института радиационной безопасности и экологии. Наиболее значимыми достижениями являлось выявление новых очагов загрязнения водной среды, расположенные на существенных удалениях от мест проведения ПЯВ. В частности, в 2006 году в первые был обнаружен загрязненный участок р. Шаган, где в поверхностных водах реки было зафиксировано повышенное значение удельной активности ^3H , достигающие 650 000 Бк/кг.

Начиная с 2012 г., все работы, касающиеся мониторинга состояния водных объектов полигона, проводилось на базе Института радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра РК. На основе имеющихся данных о радиационной обстановке на территории СИП, с учетом природы и строения источников загрязнения, механизмов миграции радионуклидов, возможных прогнозов распространения загрязнения, была проведена комплексная работа по обоснованию необходимого объема и структуры системы мониторинга радионуклидного загрязнения поверхностных и подземных вод в местах проведения ядерных взрывов. Были представлены конкретные предложения по организации такой системы водного мониторинга, включающая все водные объекты и методы радиоэкологического мониторинга, контролируемые показатели, расположение постов мониторинга, порядок проведения контроля, а также основные технологические требования.

В настоящее время, определены все основные пути миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами за пределы испытательных площадок СИП. Место расположения имеющихся пунктов мониторинга на путях миграции радионуклидов представлено на рисунке (рисунок 1).

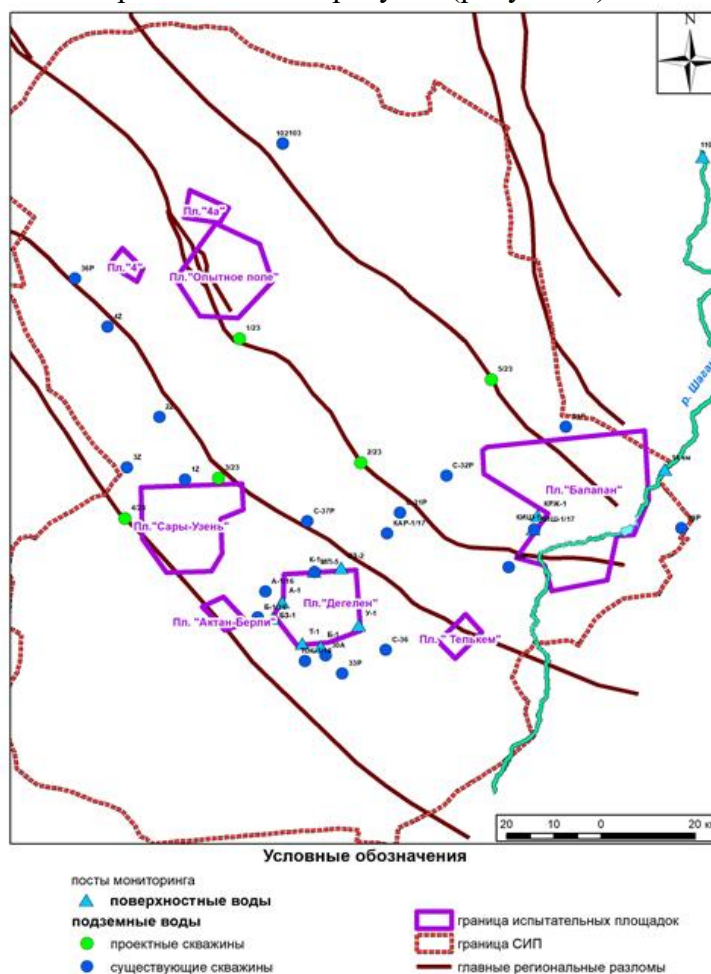


Рисунок 1. Расположение пунктов мониторинга.

2.1. Подземные воды

В настоящее время, радионуклидное загрязнение подземных вод вытекающих за пределы испытательных площадок обусловлено миграцией ^3H , удельная активность которого изменяется в широком значении, от минимальных <12 до максимальных 500 000 Бк/кг. Миграция ^3H с подземными водами фиксируется за пределы таких площадок как «Балапан», «Сары-Узень» и «Дегелен». На данных территориях существует ряд участков с различными направлениями движения подземных вод в северном, северо-восточном, юго-западном и западном направлении. В основном это обусловлено наличием крупных разломов, а также региональным направлением движения подземных вод на СИП. Мониторинговые скважины расположены на Калба-Чингизском разломе в западной и юго-западной части площадки «Балапан» (С-32, С30Р и К-1), на Чинрауском разломе в северной и северо-восточной части площадки «Балапан» (С-31), а также в Жананской зоне смятия (5ПН, 6ПН и 59Р).

Согласно данным мониторинга, в подземных водах, залегающих вдоль Калба-Чингизского разлома, удельная активность ^3H изменяется от <12 до 16 000 Бк/кг. В подземных водах Чинрауского разлома наличие численных значений техногенных радионуклидов не зафиксировано. В Жананской зоне смятия отмечается повышенная концентрация ^3H в подземных водах. Удельная активность ^3H в воде скважины 5ПН изменяется в пределах от 350 000 до 500 000 Бк/кг, в скважине 6 ПН от 100 до 10 000 Бк/кг.

2.2. Поверхностные воды

Основными объектами контроля поверхностных вод являются воды р. Шаган. Маловодная р. Шаган протекает по восточной части площадки «Балапан» и впадает в р. Иртыш. В результате проведения ядерных испытаний на СИП, долина р. Шаган подверглась радиоактивному загрязнению.

Современное состояние водной среды р. Шаган характеризуется присутствием техногенных радионуклидов ^3H , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$. Присутствие ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ фиксируются только в пределах выхода р. Шаган из загрязненных грунтов "Атомного озера", на уровне 0,03 Бк/к и 0,002 Бк/кг соответственно. Основное радионуклидное загрязнение вод р. Шаган обусловлено повышенными значениями ^3H , содержание которого изменяется от 100 до 350 000 Бк/кг.

3. Выбор и обоснование расположения новых участков мониторинга подземных и поверхностных вод

Основанием к выбору мест для расположения пунктов мониторинга послужило:

- а) наличие вблизи места наблюдения радиоактивно-загрязненной территории (испытательные площадки СИП, следы радиоактивных выпадений);
- б) наличие в непосредственной близости региональных или крупных второстепенных геологических разломов;
- в) наличие в непосредственной близости границ крупных водосборных бассейнов грунтовых вод;

3.1. Подземные воды

Трещинные воды. Схема расположения пунктов мониторинга трещинных вод на предполагаемой новой границе СИП на рисунке (рисунок 2).

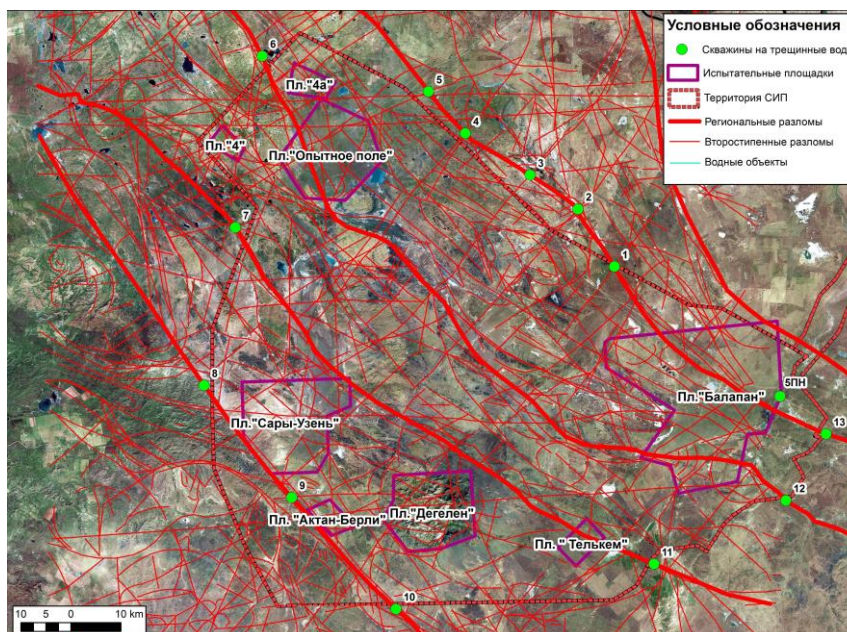


Рисунок 2. Расположения пунктов мониторинга трещинных вод на новой границе СИП

Трещинные воды регионального характера СИП распространены в зонах крупных тектонических нарушений – в коренных породах палеозойского фундамента Калба-Чингизского разлома, Западно-Аркалыкского, Чинаурского и Жананской зоны смятия. Направление движения вод соответствуют направлению тектонических разломов северо-западного простирания. Глубина распространения регионально-трещинных вод составляет 150-180 м.

– *пункты 12 и 6* расположены на главном региональном разломе (Калба-Чингизский разлом), который проходит по всей территории полигона с юго-востока на северо-запад, через южную часть площадки «Балапан» и практически центральную часть площадки «Опытное поле».

– *пункты 7 и 11* расположены на региональном разломе (Западно-Аркалыкский), по которому движение подземных вод происходит с юго-востока на запад полигона, через площадку «Телькем», где проводились экскавационные подземные ядерные взрывы;

– *пункты 8, 9 и 10* расположены вблизи площадки «Сары-Узень». Движение подземных вод на данном участке направлено от регионального разлома, залегающего в южной части полигона, проходящего через водосборные бассейны испытательных площадок «Сары-Узень» и «Дегелен».

– *пункты 13 и 5ПН* расположены на Жананской зоне смятия, который проходит по всей территории полигона с юго-востока на северо-запад, через южную часть площадки «Балапан», и пересекает русло реки Шаган до впадения в «Атомное» озеро;

Трещинно-жильные воды. Трещинно-жильные подземные воды по условиям залегания обычно не формируют единого водоносного горизонта, а образуют локальные субвертикальные потоки подземных вод, ограниченные собственно зоной нарушения. Гидравлическая связь таких потоков между собой осуществляется при пересечении зон экзогенных нарушений. Движение подземных трещинно-жильных вод направлено на северо-восток. В зависимости от геолого-структурных условий залегают на глубинах от 5 до 70 м. Учитывая гидрогеологические характеристики и направление потоков трещинно-жильных вод, пункты мониторинга предлагаются установить на следующих участках:

– *пункты 1, 2, 3, 4 и 5* расположены в Чинаурском разломе, которая проходить через площадку «Балапан», в тоже время, эти пункты обхватывают потоки локальные потоки на продольных зонах экзогенной трещиноватости.

Схема расположения пунктов мониторинга грунтовых вод на предполагаемой новой границе СИП на рисунке (рисунок 3).

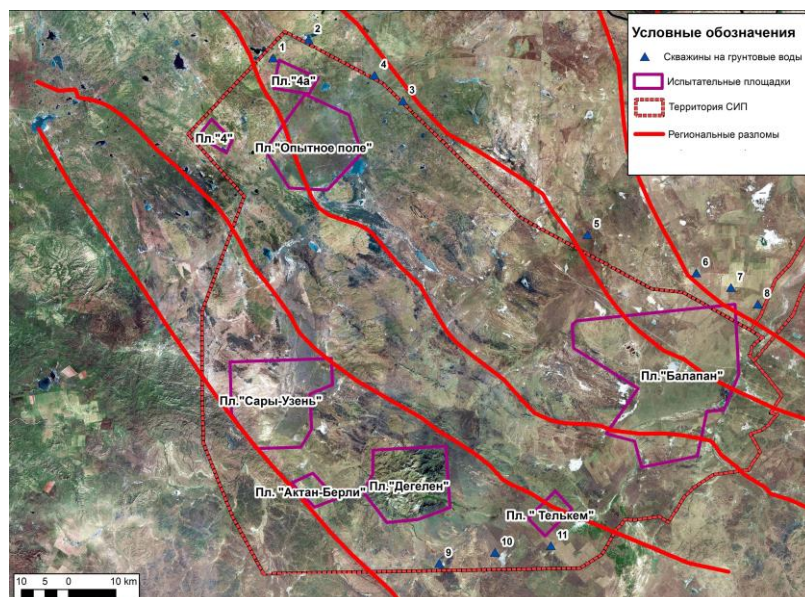


Рисунок 3. Расположения пунктов мониторинга грунтовых вод на новой границе СИП

Грунтовые воды. Грунтовые воды циркулируют в рыхлых четвертичных отложениях и располагаются на различных водоупорных подошвах. Водообильность грунтовых вод в разных частях СИП, в зависимости от области питания различная. Мощность горизонта составляет 2,5-50 м. Грунтовые воды распространены практически повсеместно. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках низкогорья и высокого мелкосопочника с абсолютными отметками от 600 до 893 (горы Дегелен, Едрей, Мыржык, Жанаберлык). В зависимости от геологоструктурных особенностей местности (речные долины, водосборные бассейны и т.д.) на отдельных участках СИП движение грунтовых вод осуществляется в различных направлениях. Не исключая индивидуальные гидрогеологические особенности различных участков, направление движения грунтовых вод приобретает региональный характер к пойме р. Иртыш т.е. северное, северо-восточное. В этой связи, выделяется четыре участка с основными региональными и локальными потоками грунтовых вод:

- *пункты 1, 2, 3 и 4* расположены на северной части СИП, на путях движения грунтовых вод со стороны площадки «Сары-Узень», проходящие через территорию площадки «Опытное поле».
- *пункт 5* расположена в зоне влияния грунтовых вод бассейна Карабулак, которая берет свое начало из северных склонов горного массива Дегелен.
- *пункты 6, 7 и 8* расположены на зоне влияния долины р. Шаган, данные пункты контролируют потоки грунтовых вод, вытекающие из площадки «Балапан».
- *пункты 9, 10 и 11* расположены на локальных потоках грунтовых вод, которые формируются в низине долины Дегелен, за счет влияния вод р. Узынбулак и р. Байтлес.

3.2. Поверхностные воды.

Учитывая слабую гидрографическую сеть поверхностных вод на территории СИП, мониторинг поверхностных вод будет проводиться в водах р. Шаган, которая характеризуется потом, выходящие за пределы границы СИП. Схема расположения пунктов мониторинга поверхностных вод представлена на рисунке (рисунок 4).

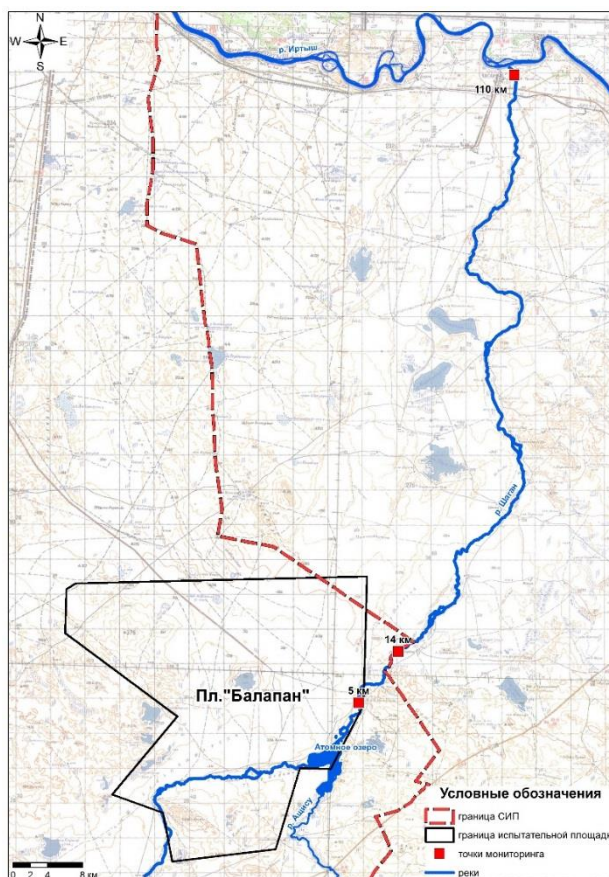


Рисунок 4. Расположение пунктов мониторинга поверхностных вод

- *пункт 5 км* - участок с максимальными концентрациями ^3H , расположенный на расстоянии 5 км от «Атомного озера»;
- *пункт 14 км* - участок, расположенный на расстоянии 14 км, в районе выхода р. Шаган за условно границу Семипалатинского полигона.
- *пункт 110 км* - участок в районе впадения р. Шаган в р. Иртыш.

4. Определение системных требований к функционированию программы мониторинга: контролируемые параметры, периодичность отбора, объемы мониторинга и система сбора данных

Безусловно, мониторинг водных объектов является сложной, развивающейся во времени системой. Это требует постоянного совершенствования системы наблюдений, структуры режимной сети, конструкции пунктов наблюдений, методов исследований применительно к задачам радиоэкологического контроля. Поэтому основными задачами мониторинга подземных и поверхностных вод, являются:

- оптимизация режимной сети с целью создания минимально необходимого, но достаточного для поставленных задач количества наблюдательных пунктов;
- отбор проб и проведение лабораторных анализов для определения содержания техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды;
- оборудование пунктов наблюдений автоматизированными приборами для измерения уровней воды и температуры, что позволит получать более достоверные гидрологические исходные данные;
- развитие и совершенствование цифровой автоматизированной системы баз данных мониторинга водных объектов в соответствии с современными информационными технологиями;
- прогнозирование изменения качества подземных и поверхностных вод в естественных условиях и на участках загрязнений.

Мониторинг подземных вод на территории СИП будет проводиться посредством отбора проб воды из наблюдательных скважин, которые будут расположены на **25 пунктах мониторинга (Error! Reference source not found.)**.

Отбор проб подземных вод будет осуществляться **3 раза в год** (весной, летом и осенью). Всего планируется отбирать **74 пробы подземных вод ежегодно**.

Во всех отобранных пробах будет проведено определение содержания искусственных радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^3H .

Отбор проб поверхностных вод будет осуществляться **3 раза в год** (весной, летом и осенью) **на 3 участках**. Всего планируется отбирать **9 проб поверхностных вод ежегодно**.

Во всех отобранных пробах будет проведено определение содержания техногенных радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^3H .

Всего на территории СИП будет организовано 34 пункта мониторинга на которых в целом будет произведен отбор 102 проб окружающей среды. Объем работ по полевым и лабораторным исследованиям представлен в таблице (Таблица).

Таблица 1. Количество отбираемых проб и лабораторных анализов

№ п/п	Объект окружающей среды	Количество проб	Количество лабораторных анализов
1	Подземные воды	74	74
2	Поверхностные воды	9	9

Объем работ по лабораторному обследованию и контролируемых параметров отобранных проб представлен в таблице (Таблица).

Таблица 2. Виды контролируемых параметров

№ п/п	Вид проб	Вид лабораторного анализа	Кол-во, шт.
3	Вода (подземные воды)	Гамма-спектрометрический анализ хим. концентрирование (Cs-137)	74
		Гамма-спектрометрический анализ хим. концентрирование (Am-241)	74
		Радиохимический анализ (Sr-90)	74
		Радиохимический анализ (Pu-239+240)	74
		Бета-спектрометрический анализ (H-3)	74
		Изотопный анализ	74
4	Вода (поверхностные воды)	Гамма-спектрометрический анализ хим. концентрирование (Cs-137)	9
		Гамма-спектрометрический анализ хим. концентрирование (Am-241)	9
		Радиохимический анализ (Sr-90)	9
		Радиохимический анализ (Pu-239+240)	9
		Бета-спектрометрический анализ (H-3)	9
		Изотопный анализ	9
Итого			498

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время определены все основные участки и периодичность мониторинга подземных и поверхностных вод на СИП. Выявлены критические участки с нестабильными содержаниями техногенных радионуклидов.

Для всех участков мониторинга определены потенциальные пути миграции техногенных радионуклидов, на которых сформированы посты мониторинга, позволяющие проводить своевременный контроль за изменением радионуклидного загрязнения.

Для всех постов мониторинга поверхностных и подземных вод с учетом их вероятности загрязнения от источников радиационно-опасных объектов, гидрогеологических и территориальных характеристик определены контролируемые параметры и периодичность проведения исследований

Таким образом, будет функционировать комплексная система мониторинга состояния окружающей среды на радиационно-опасных территориях.

Список использованных источников

- 1 Объяснительная записка уч.№023. Серия Чингиз-Саурская. Лист М-43-ХII (Подпуск). Составители: В.Я. Глухенький, В.П. Пахолук, А.Д. Магеррамов, Т.К. Лобачева. Редактор М.И. Александрова. Утверждено Научно-редкционным советом Мингео СССР при ВСЕГЕИ от 23 декабря 1982 г., протокол №33. Москва 1988.
- 2 Объяснительная записка уч.№058. Серия Чингиз-Саурская. Лист М-43-ХVIII (свх. Кызылкудук). Составители: В.Я. Глухенький, В.П. Пахолук, А.Д. Магеррамов, Т.К. Лобачева. Редактор И.Ф. Никиктин. Утверждено Научно-редкционным советом Мингео СССР при ВСЕГЕИ от 25 декабря 1981 г., протокол №36. Москва 1987.
- 3 Объяснительная записка уч.№0192. Серия Чингиз-Саурская. Лист М-43-ХХIV (Айнабулак). Составитель: В.Я. Глухенький. Редактор И.Ф. Никиктин. Утверждено Научно-редкционным советом ВСЕГЕИ от 24 декабря 1976 г., протокол №33. Москва 1986.
- 4 Объяснительная записка уч.№050. Серия Чингиз-Саурская. Лист М-44-ХIX. Составители: С.С. Кузьмин, А.В. Сополев, А.Х. Кагарманов. Редактор Г.П. Клейман. Утверждено Научно-редкционным советом ВСЕГЕИ от 10 марта 1978 г., протокол №4. Москва 1981.
- 5 Объяснительная записка уч.№037. Серия Чингиз-Саурская. Лист М-43-ХVII. Составители: А.Д. Магеррамов, В.Я. Глухенький. Редактор М.А. Хордикайнен. Утверждено гидрогеологической секцией Научно-редкционным советом Министерства геологии СССР при ВСЕГЕИ от 25 декабря 1981 г., протокол №8. Москва 1989.