

На правах рукописи

Исабекова Камила Саниярбековна



Совершенствование методики деформационного мониторинга территории
испытательных скважин и определения границ
ее радионуклидного загрязнения

1.6.22. Геодезия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Уставич Георгий Афанасьевич.

Официальные оппоненты:

Соловицкий Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», профессор кафедры геологии и географии;

Сердаков Леонид Евгеньевич, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера» Сибирского отделения Российской академии наук, старший научный сотрудник сектора 1-31.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» (г. Москва).

Защита состоится 12 декабря 2023 г. в 15-00 час. на заседании диссертационного совета 24.2.402.01 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плеханова, д. 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»:
<https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/isabekova-kamila-saniyarbekovna/>.

Автореферат разослан 30 октября 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Аврунев Евгений Ильич

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 09.10.2023. Формат 60×84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 133.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плеханова, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плеханова, 10.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Проводимые до 1991 г. ядерные испытания на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне (СИЯП) являются главным источником радиоактивного загрязнения земной поверхности на значительной площади, а также находящихся на ней инженерных сооружений. За время эксплуатации СИЯП площадью 18 500 км² было проведено 456 ядерных испытаний. Данное загрязнение формировалось в результате выпадений из образующихся радиоактивных облаков продуктов ядерных реакций, а также частицами поднявшегося после взрыва грунта, в котором находились техногенные радионуклиды. Последнее испытание на СИЯП было проведено 19 октября 1989 г., а после Указа Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева 21 августа 1991 г. испытания полностью прекратились. После этого территория полигона начала постепенно использоваться для промышленной и сельскохозяйственной деятельности.

К промышленной деятельности на СИЯП относится добыча угля на крупном угольном месторождении «Каражыра», расположенного на территории полигона в непосредственной близости от скважин, где производились испытания ядерных зарядов, а к сельскохозяйственной – относится, в основном, выпас домашних животных, в том числе и в непосредственной близости от этих скважин.

При проведении испытаний в местах расположения скважин происходили значительные деформации земной поверхности, которые продолжаются и в настоящее время. Продолжающиеся деформации приводят к образованию провалов и трещин, из которых наружу выходят загрязненные газы и грунтовые воды. Данное обстоятельство требует проведения регулярного деформационного мониторинга земной поверхности в местах расположения скважин, а также определения границ земельных участков, загрязненных техногенными радионуклидами.

В связи с этим разработка технологической схемы и методики деформационного мониторинга испытательных скважин и прилегающей к ним земной поверхности, а также определение границ земельных участков, загрязненных техногенными радионуклидами, является актуальной научно-технической задачей.

Тем самым решается важная прикладная задача, связанная с безопасным использованием территории Семипалатинского испытательного ядерного полигона для целей народного хозяйства Республики Казахстан.

Степень разработанности темы. Теоретическим и практическим основам ведения деформационного мониторинга посвящены работы Асташенкова Г. Г., Брайта П. И., Васютинского И. Ю., Гуляева Ю. П., Жукова Б. Н., Зайцева А. К., Карлсона А. А., Ключина Е. Б., Лебедева Н. Н., Левчука Г. П., Новака В. Е., Ознамца В. В., Пискунова М. Е., Рязанцева Г. Е., Сердакова Л. Е., Соловицкого А. Н., Столбова Ю. В., Федосеева Ю. Е., Хорошилова В. С., Шоломицкого А. А., Шторма В. В., Ямбаева Х. К. и др.

Вопросы мониторинга земель, загрязненных техногенными радионуклидами, рассматриваются в работах Айдарханова А. О., Алексахина Р. М., Израэля Ю. А., Лукашенко С. Н., Мошкова А. С., Рихванова Л. П., Сапожникова Ю. А., Солодухина В. П., Субботина С. Б., Осинцева А. Ю., Стрильчука Ю. Г., Яковенко Ю. Ю. и др.

Вопросам организации кадастровой деятельности посвящены работы Аврунева Е. И., Аковецкого В. И., Басовой И. А., Беленко В. В., Бурмакиной Н. И., Варламова А. А., Верещаки Т. В., Виноградова А. В., Волкова С. Н., Гальченко С. А., Гладкого В. И., Дубровского А. В., Жарникова В. Б., Карпика А. П., Лисицкого Д. В., Ключниченко В. Н., Малинникова В. А., Москвина В. Н., Неумывакина Ю. К., Сизова А. П., Шаповалова Д. А., Цветкова В. Я. и др.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка технологической схемы и методики деформационного мониторинга испытательных скважин и прилегающих к ним участков земной поверхности, а также определение границ их загрязнения техногенными радионуклидами.

Основные задачи диссертационного исследования:

– выполнить обзор научно-технической и нормативно-правовой литературы, регламентирующей ведение деформационного мониторинга техногенных объектов и определение границ земельных участков;

- разработать схему создания планово-высотного обоснования и методику выполнения измерений для проведения деформационного мониторинга испытательных скважин (воронок) и прилегающей к ним участков земной поверхности, а также установления границ их загрязнения;
- обосновать необходимую точность и периодичность определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами, для проведения деформационного мониторинга территории испытательных скважин и прилегающей к ним земной поверхности;
- разработать алгоритм отображения загрязненных земельных участков, прилегающих к испытательным скважинам и угольному месторождению, который позволит повысить информативность кадастровых планов, а также принять соответствующие управленческие решения по характеру дальнейшего разрешенного использования данной территории;
- в зависимости от зоны радиационного риска предложить поправочные коэффициенты для корректировки кадастровой стоимости земельных участков, загрязненных техногенными радионуклидами.

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являются расположенные на территории СИЯП испытательные скважины, а также прилегающие к ним и угольному месторождению загрязненные техногенными радионуклидами земельные участки.

Предметом исследований является технологическая схема и методика выполнения деформационного мониторинга территории расположения испытательных скважин (воронок) и определения границ участков земной поверхности, загрязненной техногенными радионуклидами.

Научная новизна заключается в следующем:

- разработана схема создания планово-высотного обоснования и методика выполнения геодезических измерений для ведения деформационного мониторинга территории расположения испытательных скважин, загрязненных техногенными радионуклидами;

– обоснованы точность и периодичность определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами, для прогнозирования деформационного состояния испытательных скважин (воронок), а также прилегающей к ним земной поверхности;

– разработан алгоритм представления сведений по отображению границ загрязненных земельных участков, прилегающих к испытательным скважинам и угольному месторождению, который позволит повысить информативность кадастровых планов, а также принять соответствующие управленческие решения по характеру дальнейшего разрешенного использования данной территории;

– в зависимости от зоны радиационного риска предложены поправочные коэффициенты, позволяющие выполнить корректировку кадастровой стоимости земельных участков СИЯП, загрязненных техногенными радионуклидами.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость заключается в разработке схемы создания планово-высотного обоснования и методики выполнения измерений для деформационного мониторинга испытательных скважин и прилегающей к ним земной поверхности, а также установлении и отображении границ, загрязненных техногенными радионуклидами участков земной поверхности СИЯП.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследований в комплексе образуют методику, позволяющую обеспечить деформационный мониторинг, определение и отображение границ загрязненных радионуклидами земельных участков, прилегающих к испытательным скважинам, а также проводить корректировку их кадастровой стоимости.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач в диссертации использовались современные методы создания планово-высотного обоснования для ведения деформационного мониторинга природных и техногенных объектов, теория математической обработки результатов геодезических измерений, методы математического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

– разработанная схема создания планово-высотного обоснования и методика выполнения геодезических измерений позволит выполнить деформационный мониторинг испытательных скважин и прилегающей к ним земной поверхности, а также установить границы земельных участков на территории СИЯП, загрязненных техногенными радионуклидами;

– обоснованная точность и периодичность определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами, позволит выполнять деформационный мониторинг испытательных скважин с минимальной трудоемкостью и безопасностью выполнения геодезических измерений;

– разработанный алгоритм представления сведений о деформационном состоянии территории расположения испытательных скважин позволит повысить информативность межевых планов и с учетом зоны радиационного риска выполнить корректировку кадастровой стоимости загрязненных земельных участков, а также принять соответствующие управленческие решения по характеру дальнейшего разрешенного использования данной территории.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует областям исследования: 9 – Геодезический мониторинг напряженно-деформированного состояния земной коры и ее поверхности, вызванного техногенными и природными факторами, в том числе в сейсмоопасных и вулканических районах, в областях разработки полезных ископаемых, на подземных хранилищах газа и др.; Исследования атмосферы, ионосферы и космической погоды с использованием спутниковых геодезических наблюдений; 10 – Дистанционный геодезический мониторинг состояния окружающей среды, в первую очередь опасных процессов и явлений, способствующих возникновению стихийных бедствий и кризисных ситуаций, в том числе путем создания сетей непрерывных и повторных наземных, морских и спутниковых наблюдений; 11 – Методы, технические средства и технологии геодезического обеспечения строительного-монтажных, кадастровых, землеустроительных, проектно-изыскательских, маркшейдерских, геолого-разведочных и лесострои-

тельных работ; освоения шельфа; монтажа, юстировки и эксплуатации технологического оборудования и других прикладных задач паспорта научной специальности 1.6.22. Геодезия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки РФ по техническим наукам.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований докладывались и обсуждались на X–XIX Международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (г. Новосибирск, 2014–2023 гг.), Международной конференции «Независимость: история, современность, будущее», посвященной 25-летию независимости Республики Казахстан (г. Семей, 2016 г.).

Публикации по теме диссертации. Основные положения и результаты исследований отражены в 10 научных работах, 2 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 146 страниц машинописного текста. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 111 наименований, содержит 33 таблицы и 52 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность темы исследований, формулируется цель и задачи этих исследований, их научная новизна, теоретическая и практическая значимость, устанавливается достоверность результатов исследования, а также приводятся основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе рассматриваются существующие методики определения осадок и инженерных сооружений, дается характеристика района выполнения исследований и особенности деформационного мониторинга испытательных

скважин. Применительно к условиям выполнения различных работ, включая и геодезические, приводятся требования нормативных документов к уровню безопасного радиационного загрязнения территорий и точности определения границ земельных участков. На основании выполненного анализа делается вывод о необходимости проведения работ по определению деформационного состояния испытательных скважин и сформулированы задачи исследований.

Во втором разделе рассматривается технологическая схема мониторинга испытательных скважин и координирования прилегающих к ним загрязненных радионуклидами земельных участков.



Рисунок 1 – Технологическая схема производства геодезических работ

Для решения данных задач рассмотрены следующие вопросы:

– выполнено обоснование точности и периодичности определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами;

- разработана схема создания планово-высотного обоснования на территорию расположения испытательных скважин;
- выполнено совершенствование методики деформационного мониторинга испытательных скважин и окружающей их земной поверхности.

При обосновании точности и периодичности определения координат, загрязненных техногенными радионуклидами, необходимо учитывать:

- факт чрезвычайного радиационного риска на всей территории расположения испытательных скважин (воронок), а также землях, прилегающих к ним;
- непрерывного изменения границ загрязнения вследствие происходящих деформационных процессов в районе испытательных скважин;
- наличие сравнительно небольших по площади земельных участков (воронок вокруг скважин) со значительным уровнем загрязнения;
- наличие отвалов вскрышных пород угольного месторождения;
- наличие локальных (точечных) загрязнений земной поверхности.

С учетом этого нами предлагается увеличить плотность пунктов геодезического обоснования на территории расположения испытательных скважин и повысить точность определения границ (координат) загрязнения.

Предлагаемое увеличение количества пунктов обосновано интенсивным введением земель полигона в хозяйственный оборот и условиями выполнения геодезических работ, так как это введение будет приводить к частичному уничтожению пунктов обоснования. Поэтому увеличение их количества на стадии проектирования, размещения и последующей закладки позволит в значительной степени сохранить планово-высотное обоснование. Кроме того, в случае выполнения полевых геодезических работ при интенсивном пылеобразовании или степном пожаре с наличием радионуклидов, имеется возможность использовать пункты обоснования, которые не находятся в зоне этого влияния.

В связи с тем, что воронки испытательных скважин имеют повышенный уровень загрязнения и в их пределах она изменяется, то для определения границ этого изменения точность определения координат должна быть выше.

С учетом этого рекомендуется установить следующие требованиями к точности установления координат указанных объектов (таблица 1).

После проведения испытаний скважин образовывались воронки глубиной от 10 до 30 м и диаметром от 10 до 250 м. Величина СКО определения координат середины испытательной скважины, равная $m = 50,0$ мм, обусловлена тем, что после вступления в силу закона РК №16 –VIII ЗРК от 05.07.2023 о «Семипалатинской зоне ядерной безопасности» необходимо производить деформационный мониторинг всех скважин и по характеру их деформации делать заключение о процессах, происходящих на глубине произведенного подземного ядерного взрыва.

Таблица 1 – Средние квадратические ошибки определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами

Вид характерной точки	СКО местоположения характерных точек, не более, м
Испытательные скважины:	
– середина скважины;	0,05
– загрязненный участок вокруг скважины;	0,10
– воронка оседания;	0,10
– точечное загрязнение земельного участка;	0,10
– высотное положения для деформационного мониторинга;	0,005
– границы прилегающих земельных участков	0,50
Месторождение угля:	
– границы земельного участка месторождения;	0,50
– границы отвала вскрышных пород;	0,50
– границы рекультивируемого карьера;	0,50
– границы участков, расположенных вдоль автомобильных и железных дорог;	2,50
– границы земель сельскохозяйственного назначения	2,50

Поэтому с целью определения деформационного состояния скважин и окружающих их воронок необходимо производить высокоточные инженерно-геодезические работы, которые могут выполняться спутниковыми и наземными технологиями, а также технологиями с применением БПЛА.

При использовании спутниковых технологий определения планово-высотных координат середины скважины (при отсутствии в воронке воды) может быть уверенно получена с СКО порядка 15–20 мм.

В связи с тем, что выделение газов из испытательных скважин на дневную поверхность происходит на локальных участках радиусом до 100 м, то с целью ослабления влияния загрязнения геодезической бригады измерения тахеометром необходимо производить в безотражательном режиме или использовать защитные костюмы. Для обеспечения точности измерений и удобства их выполнения в безотражательном режиме также необходимо закрепить светоотражающие пленки по центру скважин или краям воронки (на грунтовых реперах).

Применение БПЛА, снабженного GPS/ГЛОНАСС-приемником, позволяет определять плановые координаты со СКО порядка 30–40 мм.

Величина СКО определения координат границ загрязненного участка вокруг скважины, равная $m = 0,10$ м, обусловлена сравнительно небольшим радиусом локального участка земли, где происходит выделение газов.

Значения СКО для определения границ земельного участка угольного месторождения соответствуют существующим нормативным требованиям.

Для определения динамики развития деформационного процесса в таблице 2 приведена рекомендуемая периодичность выполнения измерений.

Таблица 2 – Периодичность определения деформационного состояния испытательных скважин

Объект выполнения измерений	Периодичность, год
середины скважины	0,5
воронка оседания	0,5
территория вокруг скважины	0,5
другие инженерные сооружения	0,5
анализ устойчивости реперов	0,5
Примечание. Если величина деформации испытательной скважины (воронки) находится в пределах точности измерений (3,0–5,0 мм), то периодичность измерений может быть 1–2 раза в год. Выполнение определения границ земельного участка и деформационного состояния скважины возможно только после проведения очередного мониторинга уровня радионуклидного загрязнения данной территории.	

Для координатного обеспечения территории расположения испытательных скважин разработана схема планово-высотного обоснования, которое позволит решать следующие основные задачи:

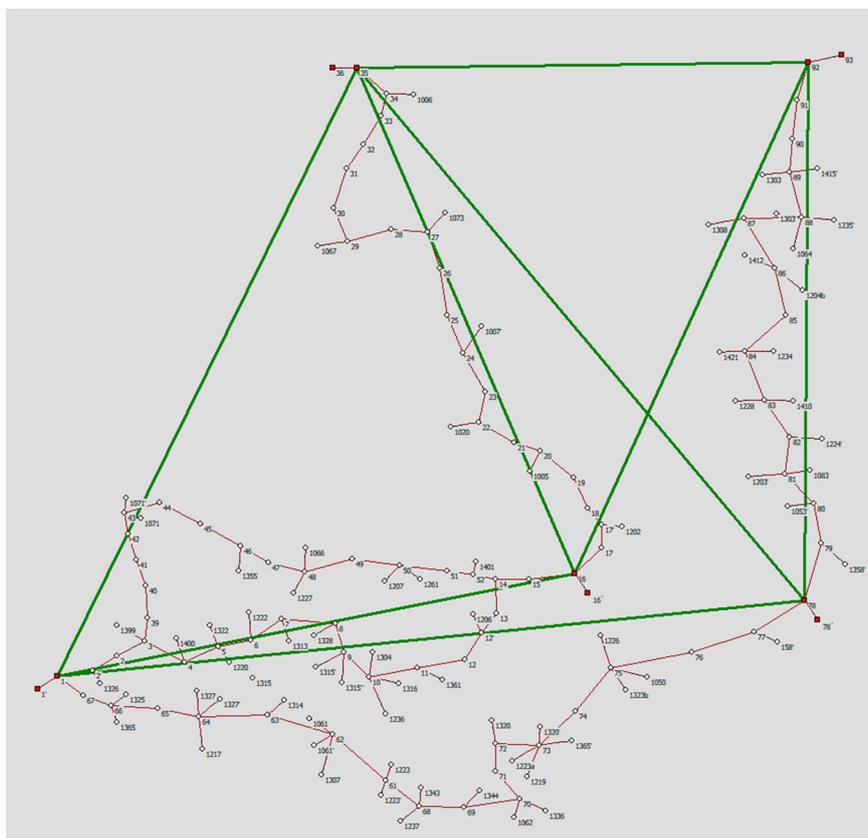
- выполнение деформационного мониторинга испытательных скважин и воронок оседания;
- производство топографической съемки масштабов 1 : 500–1 : 5 000 в зависимости от целей ее назначения;
- установление границ загрязнения земельных участков различного назначения;
- вынос в натуру границ промплощадок, месторождений и межевания земельных участков для ведения сельскохозяйственной деятельности.

При разработке схемы геодезического обоснования необходимо учитывать условия данной территории, которые в дальнейшем будут влиять на методику выполнения измерений. Планово-высотное обоснование необходимо создавать с таким расчетом, чтобы пункты сети располагались в местах где не производились подземные ядерные взрывы и был минимальный уровень загрязнения.

При создании планово-высотного обоснования в общем случае необходимо стремиться к уменьшению числа его ступеней. Уменьшение числа ступеней геодезического обоснования также приведет к существенному уменьшению влияния ошибок исходных данных, а также стоимости проведения всего указанного выше комплекса геодезических работ. Так, для площадки «Балапан» (рисунок 2) планово-высотное обоснование включает в себя нивелирную сеть II класса, проложенную между скважинами, координаты реперов которой дополнительно можно определять спутниковыми технологиями или прокладыванием по ним полигометрического хода с определением отметок тригонометрическим нивелированием короткими лучами. Для обеспечения центрирования тахеометра и отражателя на головку репера наносится насечка.

Реперы II класса должны располагаться между скважинами (расстояние между реперами целесообразно принять равным 1,0–1,5 км) и закрепляться на

расстоянии не менее чем 250–300 м (в местах, не подверженных влиянию оседания скважин) от них.



- - пункты ГНСС
- - пункты планово-высотного обоснования
- - нивелирные ходы (полигонометрические)
- - векторы спутниковых изменений

Рисунок 2 – Схема построения сети спутниковыми технологиями

Вокруг скважины (на бровке воронки) закладывается 3–4 грунтовых репера, а на верхней их части закрепляется светоотражающая пленка размером не меньше, чем 50 x 50 мм. Закрепление (или использование существующих) исходных реперов нивелирного хода II класса должно производиться за пределами испытательной площадки.

Такая сеть может соответствовать требованиям техногенным геодинамическим полигонам, с помощью которой можно еще производить разбивочные работы для строительства, топографических съемок, определения границ участков.

Прокладывание нивелирных ходов II класса производится согласно требованиям инструкции, а методика нивелирования грунтовых реперов зависит от уровня загрязнения. При отсутствии загрязнения в районе установки грунтовых реперов или минимальном его значении (здесь имеется в виду выполнение измерений без ограничения времени и без защитных костюмов) может использоваться геометрическое нивелирование. Для этого от ближайшего репера II класса при двух горизонтах инструмента прокладывается висячий ход (две-три станции) III класса до наблюдаемой скважины, затем на последней станции нивелир устанавливается на расстоянии 70–80 м от грунтовых реперов, а реечник с минимальным набором личных защитных средств может производить на них установку реек.

Если уровень загрязнения в районе расположения скважины повышенный, то с целью значительного уменьшения облучения исполнителей при выполнении нивелирных работ предлагается производить деформационный мониторинг земной поверхности (воронок) вокруг испытательных скважин высокоточным тригонометрическим нивелированием короткими лучами.

При выполнении тригонометрического нивелирования измерение расстояний может производиться с применением миниотражателей или в безотражательном режиме. При этом должны применяться высокоточные тахеометры.

Деформационный мониторинг может производиться с применением:

- геометрического нивелирования II и III классов;
- тригонометрического нивелирования короткими лучами III класса;
- сочетанием геометрического и тригонометрического нивелирования короткими лучами;
- веерообразного тригонометрического нивелирования (рисунок 3).

С учетом возможности выполнения нивелирования III класса тригонометрическим способом короткими лучами был выполнен предрасчет величин СКО для всей нивелирной сети на территорию расположения скважин, а также построена поверхность ошибок нивелирования в изолиниях и в 3D-формате (рисунок 4).

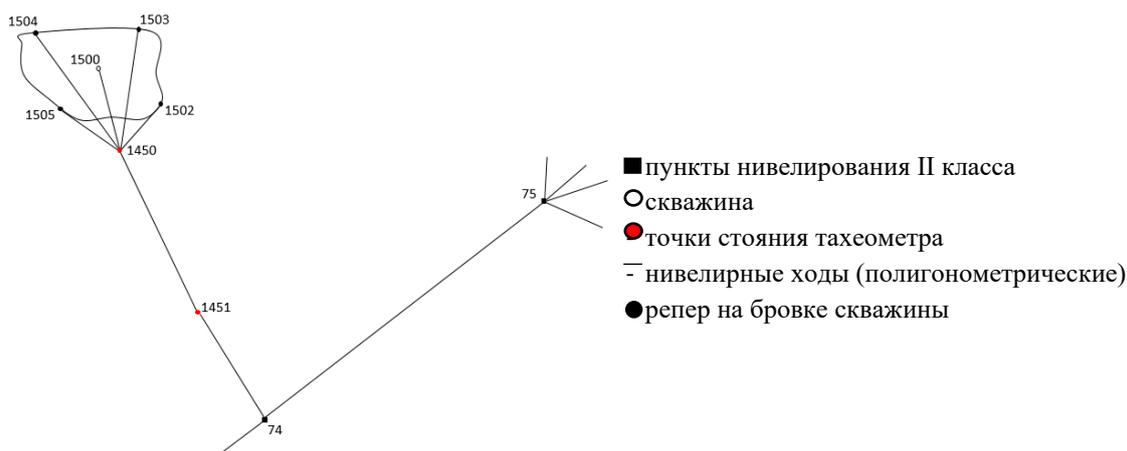


Рисунок 3 – Схема висячего хода и тригонометрического веерообразного нивелирования

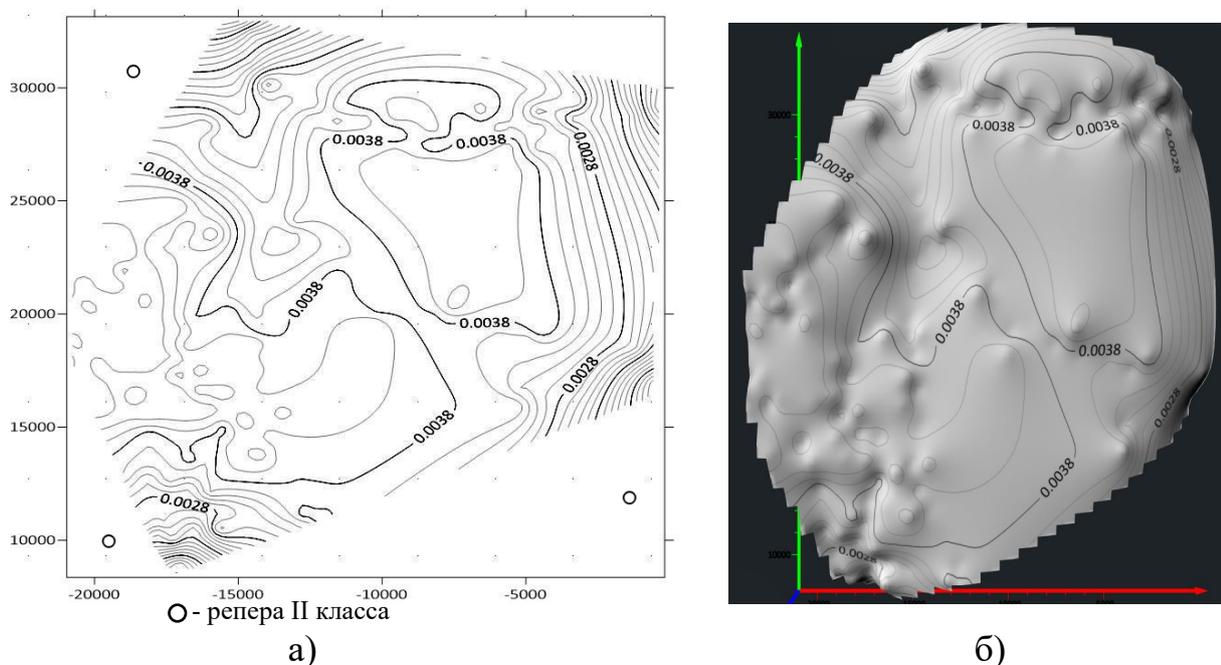


Рисунок 4 – Поверхность ошибок отметок в изолиниях

Полученные величины СКО отметок реперов сети из результатов тригонометрического нивелирования короткими лучами не превышают 4,2 мм.

Для определения плановых координат реперов над ним центрируется высокоточный тахеометр, визируется на миниотражатели, установленные на перекрестье смежных костылей, и двумя приемами измеряется горизонтальный угол и угол наклона. При измерении расстояния в безотражательном режиме СКО определения координат реперов будут находиться в пределах 12–15 мм.

При определении координат спутниковыми технологиями сначала производится построение опорной сети (см. рисунок 1), а затем определяются координаты реперов (наконечник штанги приемника устанавливается в перекрестье репера).

В этом случае отметки реперов будут получены из нивелирования II класса, а плановые координаты – из спутниковых определений.

Выполненный предварительный расчет показал, что СКО определения координат исходных пунктов не будет превышать 20,0 мм.

Данная методика особенно актуальна для случаев, когда в районе расположения скважины происходит интенсивный выход загрязненных газов и воды.

В этом случае методика выполнения измерений следующая. В районе расположения скважины (воронки) закладываются хорошо видимые опознаки. После этого производится определение их координат наземными или спутниковыми технологиями, а затем составляется план залета БПЛА, который производится с соответствующим продольным и поперечным перекрытием в благоприятную погоду (в основном без ветра и дождя) на высоте до 80–100 м.

Исследования показывают, что СКО определения координат четких контуров с помощью БПЛА не превышает 40–50 мм, что является достаточной, учитывая величины деформаций отдельных скважин, достигающих 2,5–3,0 м.

Третий раздел посвящен совершенствованию методики отображения загрязненных земельных участков для определения границ разрешенного землепользования. Применительно к угольному месторождению, для целей отображения границ загрязнения, была разработана технологическая схема создания трехмерной карты, а также условные знаки. Для составления трехмерной карты использовался снимок, полученный со спутника, и данные топографической съемки, которые были внесены в программу ПО Global Mapper с выполнением предварительной обработки. Затем были нанесены границы загрязнения на разных горизонтах и выполнена окончательная обработка трехмерной карты (рисунок 5).

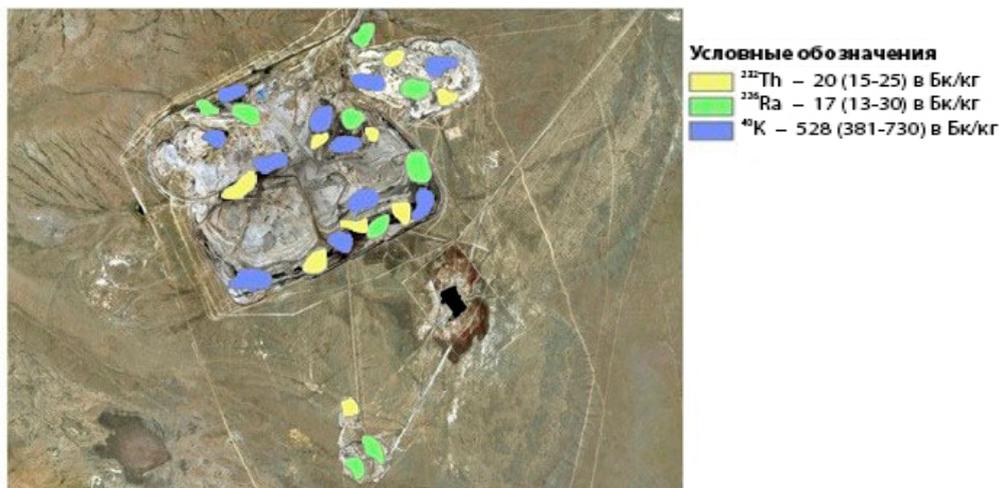


Рисунок 5 – Отображение загрязнения угольного месторождения техногенными радионуклидами

Так как эти участки располагаются в непосредственной близости от скважин, то, с учетом уровня загрязнения, важным является цикличность проведения определения границ, а также установления (корректировки) кадастровой стоимости земельных участков. Цикличность измерений должна зависеть от уровня загрязнения, а также от его изменения (таблица 3). При большем уровне загрязнения потребуется увеличение цикличности измерений с целью определения новых границ загрязнения.

Таблица 3 – Цикличность геодезических измерений и кадастровой оценки

Зоны радиационного риска	Доза облучения, цикличность выполнения измерений и кадастровой оценки
Чрезвычайного радиационного риска	Доза облучения свыше 100 бэр – 2 цикла в год (весна, осень)
Максимального радиационного риска	Доза облучения от 35 до 100 бэр – 1 цикл в год (осень)
Повышенного радиационного риска	Доза облучения от 7 до 35 бэр – 1 цикл (осень)
Минимального радиационного риска	Доза облучения от 0,1 до 7 бэр – 1 цикл в 3 года
Территория с льготным социально-экономическим статусом	Доза облучения менее 0,1 бэр – 1 цикл в 5 лет

Установление режима использования земельных участков и их кадастровой стоимости должно производиться в обязательном порядке в следующих случаях:

- вследствие незначительных выбросов газа и выхода подземных вод (режим использования земельных участков и их кадастровая стоимость не изменяются);
- при частых выбросах газа и выхода подземных вод (режим использования близлежащих земельных участков и их кадастровая стоимость могут меняться).

С целью учета уровня загрязнения земельных участков предлагается ввести понижающие коэффициенты (таблица 4), которые были получены на основании экспертных оценок, в установлении которых принимали участие 12 экспертов в области кадастровой деятельности.

Таблица 4 – Предлагаемые понижающие коэффициенты для земель сельскохозяйственного назначения, земель обороны, национальной безопасности и иного специального назначения, зоны ядерной безопасности (с учетом таблицы 3)

Зоны радиационного риска	Почвенный покров	Водные ресурсы	Воздух, пыль, дым	Понижающие коэффициенты (%)
Чрезвычайного радиационного риска	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	100 (60–80) земли запаса
Максимального радиационного риска	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	70–80 (50–60)
Повышенного радиационного риска	Загрязнение	Загрязнение	Норма	40–60 (30–50)
Минимального радиационного риска	Загрязнение	Норма	Норма	10–30 (10–20)
Естественный фон (территория с льготным социально-экономическим статусом)	Норма	Норма	Норма	0
Примечание. В скобках приведены коэффициенты для земель обороны, национальной и ядерной безопасности				

Понижающий коэффициент для зоны с чрезвычайным радиационным риском, равный 100 %, принят потому, что земли с таким уровнем загрязнения должны оставаться землями запаса до принятия мер по понижению этого загрязнения, а коэффициент для зоны с чрезвычайным радиационным риском, равный 60–80 %, принят потому, что эти земли могут использоваться для утилизации радиоактивных отходов, например, отработанного топлива АЭС.

В связи с выходом закона РК №16 –VIII ЗРК предлагается внести дополнения к содержанию текстовой и графической части межевого плана, которые будут более детально характеризовать состояние каждого загрязненного участка.

1 Указание зоны радиационного риска. Дополнение будет способствовать решению вопроса по уточнению вида разрешенного использования данной территории (участка) для целей обороны, промышленности или сельского хозяйства.

2 Границы и уровень загрязнения почвенного покрова. Информация является основной для принятия управленческих решений по характеру использования данной территории (земельного участка).

3 Уровень загрязнения подземных вод. Загрязнение подземных вод будет влиять на выбор вида хозяйственной деятельности на данном участке.

4 Площадь загрязнения территории (земельного участка). Такая информация необходима для установления вида разрешенной хозяйственной деятельности. На конкретном отдельном земельном участке с имеющимся уровне загрязнения может вестись разная хозяйственная деятельность.

5 Расстояние до испытательных скважин. Эта информация необходима для прогнозирования возможного вторичного загрязнения данного земельного участка. Также необходимо указывать расстояние до объектов, которые приводят к дополнительному загрязнению.

6 Рельеф земельного участка. Отображение рельефа местности необходимо для прогнозирования стока и скопления загрязненных талых вод.

7 Направление основной розы ветров в течение года. Так как из некоторых скважин выходят загрязненные газы, то при расположения земельного участка вблизи них потребуется информация об изменении уровня загрязнения в течение определенного промежутка времени (месяц, год и т. д.).

8 Вид разрешенного использования загрязненной территории. С учетом уровня загрязнения и прогноза его изменения принимается решение по использованию каждого загрязненного земельного участка как на данной площадке, так и на прилегающей к ней территории независимо от ее площади.

Принятие данных рекомендаций позволит более достоверно устанавливать кадастровую стоимость загрязненных земельных участков, вести мониторинг из-

менения уровня их загрязнения, устанавливать (изменять) вид хозяйственной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной к защите диссертационной работе на основании теоретических и практических исследований решена научно-техническая задача по разработке схемы планово-высотного обоснования и методики выполнения геодезических измерений для проведения деформационного мониторинга территории расположения испытательных скважин (воронок) и прилегающей к ним земной поверхности, а также определению границ загрязненных земельных участков на территории СИЯП.

В ходе диссертационного исследования получены следующие результаты:

– выполнен обзор научно-технической и нормативно-правовой литературы, который показал, что в настоящее время в недостаточном объеме разработана схема создания планово-высотного обоснования и методика проведения геодезических измерений для деформационного мониторинга техногенных объектов в условиях радионуклидного загрязнения территорий;

– разработана схема создания планово-высотного обоснования с применением спутниковых и наземных технологий и методика выполнения геодезических измерений, которые позволят проводить деформационный мониторинг территории расположения испытательных скважин (воронок) и прилегающих к ним участков земной поверхности, а также устанавливать границы загрязненных земельных участков на территории СИЯП;

– обоснована необходимая точность и периодичность определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами, которые позволят проводить деформационный мониторинг испытательных скважин и прилегающей к ним земной поверхности, а также выполнять прогнозирование их состояния;

– разработан алгоритм отображения загрязненных участков, прилегающих к испытательным скважинам, с применением предлагаемых условных знаков и 3D-карты, который позволит повысить информативность кадастровых планов;

– разработаны предложения о содержании представления в государственные органы сведений об деформационном состоянии и уровне загрязнения в районе расположения испытательных скважин, которые позволят принять соответствующие управленческие решения по характеру дальнейшего разрешенного использования данной территории;

– в зависимости от зоны радиационного риска предложены поправочные коэффициенты, которые позволят, в зависимости от зоны радиационного риска, выполнить корректировку кадастровой стоимости загрязненных радионуклидами земельных участков СИЯП;

– поставленные задачи исследований выполнены в полном объеме, результаты исследований опубликованы.

Результаты исследований рекомендованы к использованию в геодезическом производстве с целью ведения деформационного мониторинга территории испытательных скважин, а также установления границ земельных участков, загрязненных радионуклидами, для ведения на них хозяйственной деятельности.

Перспектива дальнейших исследований заключается в применении предложенной схемы ведения деформационного мониторинга и определения границ загрязненных земельных участков на других испытательных площадках СИЯП.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Исабекова, К. С. Учет розы ветров при межевании земель, прилегающих к угольному месторождению «Каражыра» // К. С. Исабекова, Н. А. Кудеринова, С. М. Кудеринов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021 – Т. 26, № 4. – С. 108–123. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-26-4-108-123.

2 Создание для целей кадастра трехмерной карты угольного месторождения «Каражыра», загрязненного техногенными радионуклидами / К. С. Исабекова, Г. А. Уставич, Н. А. Кудеринова, С. М. Кудеринов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 2. – С. 5–15. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-2-5-15

3 Радиоэкологическая обстановка территорий, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону / Н. А. Кудеринова, А. К. Какимов, С. М. Кудеринов, Ж. З., Толеубекова, К. С. Исабекова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т.1. – С. 200–206.

4 Межевание земель, прилегающих к Семипалатинскому испытательному ядерному полигону / С. М. Кудеринов, Н. А. Кудеринова, А. К. Какимов, Ж. Е. Чигаева, К. С. Исабекова. – Текст : электронный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 219–224

5 Особенности межевания земель Семейского региона Восточно-Казахстанской области / С. М. Кудеринов, А. К. Какимов, Н. А. Кудеринова, К. С. Исабекова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. – С. 81–84.

6 Исабекова, К. С. Радиоэкологический мониторинг окружающей среды на угольном месторождении «Қаражыра» с использованием ГИС-технологий // К. С. Исабекова, С. М. Кудеринов, Н. А. Кудеринова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 4 : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 2. – С. 190–195. – DOI 10.33764/2618-981X-2019-4-2-190-195.

7 Исабекова, К. С. Совершенствование методики создания геодезического обоснования для территорий, загрязненных радионуклидами. / К. С. Исабекова, С. М. Кудеринов, Н. А. Кудеринова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. № 2. – С. 142–149. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-3-2-142-149.

8 Кудеринов, С. М. Особенности загрязнения техногенными радионуклидами частного сектора г. Семей / С. М. Кудеринов, К. С. Исабекова, Н. А. Кудеринова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр., 19–21 мая 2021 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. № 2. – С. 119–126.

9 Исабекова, К. С. Методика создания планово-высотного обоснования на горнорудном месторождении Каражыра / К. С. Исабекова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая Исабекова, К. С. Методика создания планово-высотного обоснования на горнорудном месторождении Каражыра / К. С. Исабекова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1: Международная научная конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 1. – С. 85–90. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-85-90.

10 Исабекова, К. С. Методика определения границ загрязнения техногенными радионуклидами месторождения «Каражыра» / К. С. Исабекова, С. М. Кудеринов, Д. Н. Ондасынова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1: Международная научная конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 1. – С. 78–84. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-78-84.