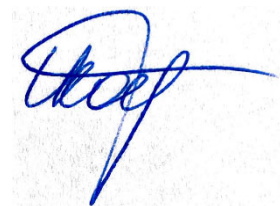


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

На правах рукописи

Исабекова Камила Саниярбековна



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

1.6.22. Геодезия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук, профессор
Уставич Георгий Афанасьевич

Новосибирск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 КРАТКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ВЕДЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА	10
1.1 Краткий анализ определения осадок и деформаций по высоте	10
1.2 Нормативно-правовое обеспечение мероприятий по определению границ земельных участков на территории Республики Казахстан	14
1.3 Краткая характеристика района выполнения исследований	23
1.4 Требования нормативных документов к уровню безопасного радиационного загрязнения земель	29
1.5 Постановка задач исследований	34
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН И КООРДИНИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ	37
2.1 Геологическая и климатическая характеристика исследуемой территории	37
2.2 Основные виды радиоэкологического мониторинга территории СИЯП	42
2.3 Исследование влияние характера распространения техногенных радионуклидов вследствие их ветрового переноса	50
2.4 Обоснование точности и периодичности определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами	60
2.5 Виды геодезических работ на территории расположения испытательных скважин и прилегающих земельных участках	66
2.6 Разработка схемы создания планово-высотного обоснования на территорию расположения испытательных скважин	74
2.7 Совершенствование методики деформационного мониторинга земной поверхности в районе испытательных скважин	79

2.8 Методика создания планово-высотной геодезической сети на площадке расположения скважин	86
2.9 Расчет точности определения положения пунктов высотного и планово-высотного геодинамического полигонов	90
3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОТОБРАЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РАЗРЕШЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ.....	
3.1 Обоснование периодичности определения границ загрязненных земельных участков	100
3.2 Применение квадрокоптера для определения изменения границ угольного карьера и отвалов вскрышных пород	103
3.3 Применение 3D-модели местности для отображения загрязнения на разных горизонтах.....	107
3.4 Последовательность создания карты 3D-формата	112
3.5 Совершенствование подходов к установлению кадастровой стоимости загрязненных земельных участков СИЯП.....	124
3.6 Предлагаемые дополнения к составу межевого плана и технического отчета для территорий испытательных площадок	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	132

ВВЕДЕНИЕ

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 са-

мым 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 строительно-монтажных, кадастровых, землеустроительных, проектно-изыскательских, маркшейдерских,

геолого-разведочных и лесоустроительных 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.

1 КРАТКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ВЕДЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

1.1 Краткий анализ определения осадок и деформаций по высоте

Для обеспечения строительства и эксплуатации инженерных сооружений, различных по сложности и назначению, а также определения их деформационного состояния производятся различные высокоточные геодезические работы, к которым относятся геометрическое, тригонометрическое, гидростатическое и гидродинамическое нивелирование.

В настоящее время, для определения осадок и деформаций в основном применяется геометрическое и тригонометрическое нивелирование короткими лучами.

Высокоточное геометрическое нивелирование подразделяется:

- на государственное нивелирование I и II классов;
- нивелирование короткими лучами.

Государственное нивелирование I и II классов предназначается в основном для создания главной высотной основы, с помощью которой на всей территории Российской Федерации и Республики Казахстан устанавливается единая система счета высот. В качестве такой системы счета высот принята Балтийская нормальная система.

Государственное нивелирование I и II классов предназначено для решения следующих основных научных задач [13]:

- изучения фигуры физической поверхности Земли и ее внешнего гравитационного поля;
- определения разностей высот среднеуровенных поверхностей морей и океанов;
- определение современных вертикальных движений земной поверхности (коры), обусловленных сейсмической деятельностью Земли, добычей нефти, газа и других полезных ископаемых.

Применительно к определению осадок и деформаций нивелирование I и II классов применяется для создания высотной основы на промплощадках значительной площади, например, АЭС, ГРЭС, металлургических заводах и т. д. [16].

Таблица 1.1 – Характеристики геометрического нивелирования при наблюдениях за осадками зданий и сооружений [16]

Параметры геометрического нивелирования	Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования классов			
	I	II	III	IV
Применяемые нивелиры	Н-05 и равнооточные ему		Н-3 и равнооточные ему	
Визирный луч: – максимальная длина, м – минимальная высота над препятствием, м	25 1,0	40 0,8	50 0,5	100 0,3
Неравенство плеч, м, на станции, не более	0,2	0,4	1,0	3,0
Накопление неравенств в ходе, не более, м	1,0	2,0	5,0	10,0
Допускаемая невязка ($f_{\text{доп}}$) в замкнутом ходе	$0,3 \sqrt{n}$	$0,5 \sqrt{n}$	$1,5 \sqrt{n}$	$5,0 \sqrt{n}$
СКО измерения превышения на станции $m_{\text{ст}} = f_{\text{доп}} / 2$, мм	0,15	0,25	0,75	2,50
Допускаемая ошибка измерения вертикальных перемещений, мм	1	2	5	10

Относительно этой высотной сети создаются внутренние нивелирные сети, которые прокладываются по осадочным маркам.

Нивелирование осадочных марок производится геометрическим нивелированием короткими лучами, которое в настоящее время является самым распространенным методом определения осадок зданий, сооружений и технологического оборудования. При благоприятных внешних условиях средняя квадратическая ошибка (СКО) определения превышения на станции составляет от 0,05 до 0,08 мм при длине визирного луча от 7 до 12 м [31, 34, 72].

Для обеспечения такой высокой точности измерений превышений необходимо максимально уменьшать влияние внешних факторов и выполнять нивелирование на станции строго из середины.

Применительно к работам на гидротехнических объектах разработана классификация разрядного нивелирования короткими лучами (таблица 1.2) [31].

Таблица 1.2 – Технические характеристики разрядного нивелирования для измерения осадок гидротехнических сооружений (выписка из [31])

Наименование характеристик	Разряд нивелирования		
	I	II	III
Средняя длина визирного луча, м	25,0	25,0	50,0
Неравенство длин визирных лучей	0,5	0,5	1,0
Накопление неравенств длин в ходе, м	1,0	1,0	2,0
Высота визирного луча над препятствием, м (не более)	0,8	0,8	0,3
Число горизонтов нивелира	2	2	1
Число направлений	2	1	1
СКО измерения среднего превышения на станции, мм (не более)	0,08	0,13	0,40
Предельное расхождение прямого и обратного ходов (для III – невязка), мм	$0,3 \sqrt{n}$	$0,5 \sqrt{n}$	$1,2 \sqrt{n}$
Примечание. Данные требования относятся к нивелирам с визуальным отсчитыванием			

Применение цифровых нивелиров имеет свои особенности, которые заключаются в следующем:

- возможность измерения на станции при одном горизонте только одного превышения, так как штрихкодированная рейка имеет только одну шкалу;
- практически отсутствие возможности взятия отсчета по штрихкодированной рейке в условиях значительного влияния вибрации и наличия на пути визирного луча источников освещения;
- невозможность взятия отсчета при наличии на пути луча нескольких труб.

Для выполнения нивелирования авторами предложена классификация разрядов геометрического нивелирования короткими лучами [102] (таблица 1.3).

В нормативных документах [16] при наблюдении за осадками зданий, сооружений и технологического оборудования допускается применение тригонометрического нивелирования. Однако методика такого применения не приводится.

Таблица 1.3 – Классификация разрядов инженерно-геодезического нивелирования с применением цифровых нивелиров

Разряд	Предельная длина визирного луча, м	$m_{ст}$, мм	Число измеряемых превышений на станции	Допустимая высота луча над препятствием и над пяткой рейки, мм	Неравенство расстояний, м		Увеличение зрительной трубы, не менее *	Точность самоустановки компенсатора $m''/к$
					на станции	в секции		
1	10	0,15	4	0,2 – 0,5	0,1	–	30	0,1"
2	25	0,25	4	0,2 – 1,5	0,3	2,0	30	0,1"
3	50	0,50	2	1,0 – 2,0	1,0	2,0	30	0,5"
4	75	1,00	2	1,0 – 3,0	2,0	5,0	25	0,5"
5	100	3,00	2	–	–	–	20	1,0"

С появлением в геодезическом производстве высокоточных тахеометров появилась возможность выполнения высокоточного тригонометрического нивелирования короткими лучами. Были выполнены исследования точности измерения превышения и возможности их применения для выполнения тригонометрического нивелирования [8, 44, 45, 92, 100] при определении осадок и деформаций. Выполненные исследования показали возможность измерять превышение на станции с СКО порядка 0,20–0,30 мм в зависимости от длины визирного луча. С учетом результатов этих исследований были предложены разряды тригонометрического нивелирования [92, 100], которые в настоящее время применяются на производстве (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Разряды тригонометрического нивелирования короткими лучами

Разряды	Длина визирного луча, м	СКО угла наклона	СКО измерения расстояния, мм	Число приемов	Высота визирования над пяткой, м	Максимальный угол наклона	$m_{hст}$, мм	Неравенство плеч, м
1	10	2,0"	2,0	4	0,3	20	0,15	2,0
2	25	2,0"	2,0	2	0,5	30	0,25	5,0
3	50	2,0"	2,0	2	1,0	30	0,50	10,0
4	75	3,0"	5,0	2	1,0	50	1,00	10,0
5	100	3,0"	5,0	1	2,0	100	3,00	–

Выполнение измерения превышения на станции тригонометрическим нивелированием короткими лучами может производиться полным приемом или несколькими.

Основное отличие методики выполнения тригонометрического нивелирования тахеометром от теодолита [69] заключается в том, что в первом случае имеется возможность измерять расстояние в безотражательном режиме. Такая возможность позволяет выполнять измерения до точек, которые недоступны или находятся в неблагоприятных условиях. К таким неблагоприятным условиям относятся измерения на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне (СИЯП).

1.2 Нормативно-правовое обеспечение мероприятий по определению границ земельных участков на территории Республики Казахстан

В связи с тем, что тематика настоящего диссертационного исследования связана с методикой производства геодезических измерений на территории, при котором постоянно существует загрязнение техногенными радионуклидами, рассмотрим земельно-кадастровые работы, которые проводятся на территории Республики Казахстан, включающие в себя определение границ земельных участков. Республика Казахстан имеет территорию площадью 274,9 млн га. На территории РК действует автоматизированная система государственного земельного кадастра (АИС ГЗК).

В РК создана единая автоматизированная система государственного земельного кадастра, которая имеет трехуровневую административно-территориальную иерархическую структуру, состоящую из республиканского, областного и районного уровней. Данные государственного земельного кадастра (далее – ГЗК) являются основой при планировании, использовании и охране земель, при проведении землеустройства, оценке хозяйственной деятельности и осуществлении других мероприятий, связанных с использованием и охраной земель. Кроме того, они используются для формирования единого государственного реестра земель, ведения правового и других кадастров, определения размера платежей за землю, учета стоимости земельных участков в составе недвижимого имущества и стоимости земли в составе природных ресурсов [19, 22, 51].

Главной задачей системы является сбор и формирование данных о границах земельных участков, их пользователях, актуализация информации и предоставление данных заинтересованным государственным органам, предприятиям, организациям и населению. Передача информации осуществляется по иерархической структуре. Сначала информация формируется в районных центрах АИС ГЗК, затем она передается в областной центр, а после этого обрабатывается на уровне республиканского центра АИС ГЗК.

Земельный кадастр разделяется на два вида – основной (первичный) и текущий (последующий).

Задачей основного кадастра является первоначальное получение сведений о природном, правовом и хозяйственном положении земель. В документах государственного земельного кадастра производится первичная запись, куда входят сведения о размерах земельного фонда страны, распределении его по основным категориям земель и их оценку. Все это связано с большим объемом работ по съемкам, обследованиям, описанию и оценке земель.

Задачей текущего земельного кадастра и учета является выявление и внесение в земельно-кадастровые документы сведений об изменениях, в распределении, качественном состоянии и использовании земель и внесение сведений об образуемых новых земельных участках. Также одной из задач текущего кадастра является принятие мер по устранению незаконных действий в виде самовольного захвата, передачи земель, перевод ценных угодий в менее ценные, осуществление контроля за использованием земель, охрана государственной и частной собственности на землю.

Для получения сведений об объекте государственного земельного кадастра проводятся топографо-геодезические, аэрокосмические, картографические, землеустроительные работы в целях определения границ, углов, площади участка и создания планов участка. Полученные сведения важны в экономическом и правовом значении для государства, помогая обеспечивать охрану государственной собственности и прав землепользователей, землевладельцев на землю.

Геодезической основой государственного кадастра РК является государственная геодезическая сеть, а также геодезические сети специального назначения – опорные межевые сети (ОМС). Данные об опорных межевых сетях РК, предназначенных для ведения землеустройства и мониторинга земель, а также требования к точности и методам их создания приведены в нормативных документах [22, 40, 50, 51].

Установление межевых и геодезических знаков на заданной местности, определение размеров и координат невозможно без сведений из единой межевой сети. Она не только используется в целях межевания, но и выполняет другие задачи, связанные с планированием и разработкой программ для развития территории.

Государственная геодезическая сеть Республики Казахстан является главной геодезической основой государственного кадастра. Она состоит из сетей 1, 2, 3-го и 4-го классов. Для ведения государственного кадастра также можно создать геодезические сети специального назначения – опорные межевые сети. Данные о правиле выполнения землеустроительных работ и межевания, а также требования к точности и методам их создания приведены в следующих нормативных документах [22, 40].

Для межевания земельного участка необходимо выполнение земельно-кадастровых работ по съемке границ земельных участков. Для этого, в соответствии с инструкцией по выполнению межеванию земель, проводится следующий состав геодезических работ:

- проведение рекогносцировочного обследования;
- устанавливается сохранность и закрепление межевых знаков, наличие пунктов государственной сети и межевой сети;
- определение координат характерных точек земной поверхности и отдельных земельных участков;
- создание цифровых моделей территорий различных масштабов, обработка всех полученных данных;
- оформление картографических материалов, плана земельного участка.

Межевание в соответствии с технологией государственного кадастра учета земельных участков проводят всегда. Работы по межеванию границ земельных участков выполняются в следующей последовательности:

- подготовительные;
- полевые;
- камеральные.

Подготовительный этап состоит из сбора исходных данных, выписки геодезических данных и составления рабочего чертежа.

Полевой этап содержит геодезические измерения углов и линий, определение границ участка, установку межевых знаков.

Камеральный этап – обработка материалов полевых измерений, вычисление площадей, оформление окончательных документов.

После формирования землеустроительного дела все данные вносят в документ «Описание земельных участков». С помощью него вносят изменения в государственный кадастровый учет, на основе которого формируется кадастровый план данного участка, который выдается заявителю.

Определение месторасположения участка происходит на основании сведений геодезических сетей и опорных пунктов в условной системе координат, установленной на конкретной территории. Данный порядок утверждается государством. Информация о координатах межевых и геодезических знаков берется из единой межевой сети. Геодезической основой для создания ОМС служат пункты государственной геодезической сети всех классов и ОМС высших разрядов, системы координат 1942 г., WGS 84 и местных систем координат, обеспечивающие заданную точность.

Определение положения пунктов ОМС с помощью спутниковых геодезических систем осуществляют в дифференциальном режиме, с последующей привязкой к не менее чем двум исходным пунктам государственной или местной геодезической сети соответствующего класса. Измерения на пунктах ОМС выполняют статическим методом.

Построение опорной межевой сети включает следующие этапы:

- проектирование и рекогносцировка ОМС (разработка технического проекта);

- закладка центров геодезических пунктов;
- полевые измерения;
- математическая обработка результатов измерений;
- составление каталогов (списков) и технических отчетов.

Для технического проекта используется плановый материал в масштабе 1 : 5 000 и 1 : 10 000 для населённых пунктов. Плановый материал для вненаселённых пунктов в масштабе 1 : 10 000 и 1 : 25 000. В техническом проекте показывают все пункты геодезической сети и будущие проектируемые пункты опорно-межевой сети.

Согласно инструкции по выполнению земельно-кадастровых работ ОМС первого разряда (ОМС–5) создаётся в черте городов и посёлков городского типа (таблица 1.5). Плотность сети составляет 1 пункт на 1 кв. км. ОМС второго разряда (ОМС–10) создаётся в границах сельских населённых пунктов и пригородных зон. При создании сети ОМС–10 создается не менее четырёх пунктов на каждый населённый пункт, дачный посёлок, садоводческое товарищество. ОМС третьего разряда (ОМС–50) создаётся на землях сельскохозяйственного назначения, лесного и водного фондов, землях запаса и других подобного типа [22, 40, 56].

Технический проект утверждается территориальным органом по управлению земельными ресурсами.

Таблица 1.5 – Требуемая плотность пунктов ОМС

Пункты ОМС	Плотность пунктов (1 пункт)	Средняя квадратическая ошибка
ОМС–5	1 кв. км.	5,0 см
ОМС–10	2 кв. км	10,0 см
ОМС–50	5 кв. км	0,5 м

Средняя квадратическая ошибка (СКО) и допустимая угловая невязка при развитии сетей ОМС–5, ОМС–10, ОМС–50 методами триангуляции и полигонометрии приведена в таблице 1.6.

Предельная относительная невязка полигонометрического хода при развитии сетей ОМС–5 должна быть не более 1 : 10 000 при длине хода не более 5,0 км, при

ОМС–10 не более 1 : 7 500 при длине хода не более 4 км соответственно, при ОМС–50 не более 1 : 5 000 при длине хода не более 4 км.

Таблица 1.6 – Величины средней квадратических ошибок и угловых невязок ОМС

Пункты ОМС	Средняя квадратическая ошибка	Угловая невязка
ОМС–5	5,0"	$10,0''\sqrt{n}$
ОМС–10	10,0"	$20,0''\sqrt{n}$
ОМС–50	15,0"	$30,0''\sqrt{n}$

Если положение пунктов межевой сети определяется с помощью спутниковых геодезических систем, то должна осуществляться привязка к не менее чем двум исходным пунктам ГГС. Измерения должны выполняться в дифференциальном режиме статистическим методом.

Межевание земельных участков различного целевого назначения земель производится со СКО не больше приведенных в таблице 1.7 [56].

Таблица 1.7 – Средние квадратические ошибки определения координат характерных точек границ земельных участков

Категория земель	СКО местоположения характерных точек, не более, м
Земли населенных пунктов	0,10
Земельные участки, предоставленные для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства на землях населенных пунктов и землях сельскохозяйственного назначения	0,20
Земли сельскохозяйственного назначения	2,50
Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	0,50
Земли особо охраняемых природных территорий и объектов	2,50
Земли лесного фонда, земли водного фонда и земли запаса	5,00

В таблице 1.8 даны величины СКО при определении характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства.

Таблица 1.8 – Средние квадратические ошибки определения характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства

Категория земель	СКО определения положения характерных точек, не более, м
Земли населенных пунктов	1,00
Иные земли	5,00

В определение границ земельных участков аэрофотогеодезическими способами входят:

- отбор и оценка качества фотопланов;
- установление (восстановление) границ земельных участков в натуру с фотопланов способами опознавания и комбинированной съемки.

По координатам межевых знаков осуществляется нанесение границ земельных участков. Также в соответствии с требованиями настоящей инструкции ведется абрис.

Сущность камерального этапа при межевании земель заключается в окончательном оформлении документации.

После сбора и оформления всей кадастровой документации ее заносят в АИС ГЗК. К ней относятся материалы съемок и обследований, корректировки планов, данные инвентаризации, проектов землеустройства и т. д. Также существует специальная отчетная документация. Она включает в себя дополнительно картографические материалы, различные диаграммы и т. д.

Все полученные документы и материалы оформляются соответствующим образом: подписываются исполнителем и проверяющим; имеют полное название и ссылки на источники, из которых они выписаны.

Важной составляющей частей земельного кадастра Республики Казахстан является мониторинг земель. Мониторинг земель – система наблюдений, включающих съемку, обследования и изыскания за состоянием земель. Мониторинг земель

является составной частью мониторинга окружающей природной среды и одновременно базой для ведения мониторинга других природных сред. Ведение такого мониторинга очень важно на землях, загрязненных техногенными радионуклидами, к которым относятся земли Семипалатинского испытательного ядерного полигона.

Основными задачами мониторинга земель является:

- 1) своевременное выявление изменения состояния земель, оценка этих изменений, прогнозирование и выработка рекомендации о предупреждении и об устранении последствия негативных процессов;
- 2) информационное обеспечение ведения государственного земельного кадастра, землепользования, землеустройства государственного контроля за использованием и охраной земель.

Мониторинг земель подразделяется на республиканский, региональный либо локальный. Организацию мониторинга земель осуществляет центральный уполномоченный орган по управлению земельными ресурсами. Порядок организации и осуществления мониторинга земель изложен в положении о мониторинге земель Республики Казахстан.

Так как на территории СИЯП находится угольное месторождение «Каражыра», то на межевании земельных участков, в части создания геодезического обоснования, могут применяться маркшейдерские сети.

На современном этапе разработка месторождений требует качественного выполнения топографо-геодезических работ. На горнорудном месторождении выполняют геодезические работы, связанные с созданием геодезического обоснования и топографической съемкой.

Также на месторождении применяется создание маркшейдерской опорной сети, с использованием спутниковых технологий измерения. Данная технология позволяет повысить точность работ.

Одной из набирающей популярность методик является создание моделей объектов, позволяющее повысить точность и безопасность ведения работ. Она применяется с использованием беспилотных летательных аппаратов и лазерно-сканирующих систем.

Согласно требованиям инструкции по производству маркшейдерских работ на месторождении, топографическую съемку выполняют в масштабе 1 : 1 000 или 1 : 2 000 для карьеров, в масштабе 1 : 2 000 или 1 : 5 000 для внешних отвалов [80]. СКО для определения пунктов маркшейдерской опорной сети должна оставлять не более 0,4 мм на плане и 0,2 м по высоте. Пункты съемочной сети закрепляют центрами. Проектной документацией устанавливают количество и расположение пунктов съемочной сети, используемых при фотограмметрическом, тахеометрическом методе съемки в качестве опорных точек.

Плановое и высотное положение пунктов съемочной сети определяются в основном спутниковыми системами наблюдения. Высоты пунктов часто определяют техническим и тригонометрическим нивелированием с использованием тахеометров. Расстояния от исходных до определяемых пунктов при съемке приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Расстояния от исходных до определяемых пунктов

Масштаб	Расстояние
1 : 1 000	1 км
1 : 2 000	2 км
1 : 5 000	3 км

При тригонометрическом нивелировании длина ходов принимается равной не более 2,5 км.

При аэрофотограмметрической съемке, применяющейся для создания цифровой модели карьера, отвалов вскрышных пород, применяются аэрофотоаппараты с продольным перекрытием снимков 60–80 %, угол наклона до 4°. Материалы аэрофотосъемки используют также для составления фотопланов и фотосхем карьера и прилегающей территории, для определения координат и высот пунктов съемочной сети карьера.

Все приборы для аэрофотосъемки должны соответствовать требованиям по точности. Созданная трехмерная цифровая модель карьера в дальнейшем может пополняться и использоваться для прикладных задач.

Конечный результат камеральной работы обрабатывается в программах Surpac, ArcGis, AutoCAD. Сочетание удобного интерфейса, скорости обработки данных, взаимосвязь с другими программами и оборудованием делает обработку камеральных данных максимально эффективной для решения различных инженерных задач.

1.3 Краткая характеристика района выполнения исследований

Территория Семипалатинского испытательного ядерного полигона площадью 18 500 км² является одним из наиболее крупных районов экологического бедствия в Казахстане. Общая площадь территории РК, которая была загрязнена вследствие проводимых испытаний на СИЯП, составляет около 304 000 м² [35, 88, 89]. Общая площадь земель, отнесенных к зоне чрезвычайного и максимального радиационного риска, составляет около 7 млн. га (в том числе 1 816,6 тыс. га, занимаемых самим полигоном). В зоне влияния Семипалатинского полигона находится 27,4 млн. га сельскохозяйственных угодий, в том числе пастбищ – 23,4 млн. га, пахотных земель – 3,1 млн. га, сенокосов – 0,9 млн. га.

Проводимые на полигоне в течение 40 лет ядерные взрывы оказали значительное воздействие на экологическое состояние почвенного и растительного покрова. Первое испытание советской ядерной бомбы на этом полигоне было проведено 29 августа 1949 г., а 12 августа 1953 г. было проведено испытание термоядерного устройства. Всего на полигоне было проведено 456 ядерных испытаний. Так, на площадке «Опытное поле» проводились воздушные и наземные (атмосферные) ядерные взрывы, а на площадке горного массива «Дегелен» испытания проводились в штольнях. На площадках «Балапан» и «Сары–Узень» испытания проводились в скважинах [64, 65, 77, 78, 88, 93].

Следует отметить, что суммарная мощность ядерных взрывов, проведенных в Казахстане, в 2 500 тысяч раз превышает мощность бомбы, сброшенной над японским городом Хиросимой.

После завершения испытаний на полигоне начала проводиться различная деятельность. Так, в настоящее время часть территории бывшего полигона передается в хозяйственное пользование, к которому относится добыча угля на месторождении «Каражыра» и ведение сельскохозяйственной деятельности, связанной, в основном, с выпасом домашних животных.

В связи с этим приоритетной задачей является проведение детальных и комплексных исследований и работ, связанных с разработкой мероприятий по безопасному ведению на них промышленной и сельскохозяйственной деятельности.

При передаче земель в хозяйственный оборот по признаку их радиоактивного загрязнения должны учитываться:

- расположение земельных участков по отношению к местам проведения ядерных испытаний (штолен и скважин);
- деформационное состояние близкорасположенных штолен и скважин;
- предполагаемое целевое использование земель промышленного и сельскохозяйственного назначения;
- качественное состояние верхнего слоя почвы (в целом ряде случаев и подземных вод);
- существующее экологическое состояние земель;
- уровень загрязнения и динамика его изменения.

При проведении зонирования земель сельскохозяйственного назначения должны учитываться следующие факторы:

- состояние почвенного покрова и водных ресурсов;
- климатические условия;
- вид растительности и продуктивность имеющихся сельскохозяйственных угодий;
- основная специализация деятельности акционерных, фермерских и индивидуальных хозяйств на землях сельскохозяйственного назначения.

Радиоактивное загрязнение территорий испытательных площадок и территорий за пределами территорий испытательных площадок сформировалось в результате выпадений продуктов ядерных взрывов из радиоактивных облаков, которые

перемещались в различных направлениях от мест проведения испытаний. Загрязнение местности постепенно снижается и на границе полигона уровни содержания радионуклидов в почвах составляют величины в 3–5 раз выше фона глобальных выпадений [35, 88, 106]. Радиоактивное загрязнение местности на границе СИЯП в пределах следов представляет собой отдельные участки с повышенным содержанием радионуклидов.

Так, месторождение «Каражыра» расположено на территории испытательной площадки «Балапан», на которой проводились подземные ядерные взрывы в боевых скважинах (рисунок 1.1). После проведения взрывов на территории расположения скважин происходили провалы и выпучивание грунта на величины от $-0,4$ до $+3,9$ м [71, 107, 108].

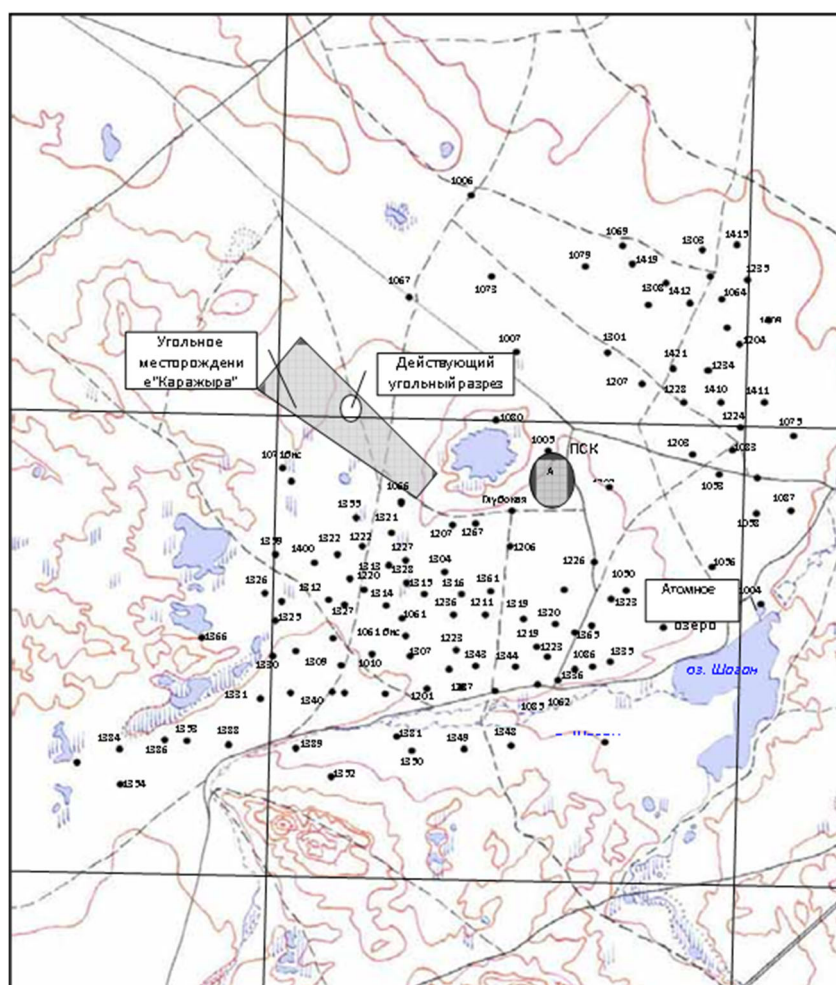


Рисунок 1.1 – Схема расположения испытательных скважин на площадке «Балапан» (взятая из [42, 77])

На рисунке 1.2 показана территория СИЯП после проведения подземных ядерных взрывов [90].



Рисунок 1.2 – Фрагмент территории после ядерных испытаний

Данное месторождение является основным источником высококачественной угольной продукции, которое было открыто в 1967 г. Особенностью данного месторождения является то обстоятельство, что раньше оно находилось в строго охраняемой зоне, на территории которой в воздухе, на поверхности земли и под землей производились испытания ядерных зарядов и боеприпасов различной мощности. Угольное месторождение Каражыра – расположено в 130 км к юго-западу от г. Семипалатинска Восточно-Казахстанской области. Площадь месторождения составляет 21,4 кв. км. С г. Семипалатинском месторождение связано шоссейной дорогой (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Обзорная карта района работ, масштаб 1 : 1 000 000

Уголь данного месторождения является главным источником энергообеспечения для Восточного Казахстана, который используется в промышленности региона, а также для бытовых нужд. Добыча угля производится открытым способом, после чего он перевозится на значительные расстояния за пределы полигона. Основными потребителями угля являются промышленные предприятия Семипалатинска и прилегающие к нему разные по численности населенные пункты. Так как угольное месторождение также было подвергнуто радионуклидному загрязнению, то прилегающая к нему территория и добываемый уголь также будет загрязнены.

На данной территории было проведено 106 подземных ядерных взрывов (ПЯВ) в «боевых» скважинах [35, 88, 106]. Всего на полигоне было проведено 354 подземных ядерных взрыва. Основной объем взрывов приходился на участки Дегелен и Балапан. Подземные ядерные взрывы проводились на глубинах от 200 до 1 250 м, мощностью от 4 до 200 кТ. Ближайшие от границ земельного отвода «боевые» скважины расположены на расстоянии от 0,4 до 6,0 км, от границ разрабатываемого карьера от 4,7 до

12,0. Данный факт свидетельствует о высокой вероятности вторичного загрязнения территории месторождения техногенными радионуклидами.

Выпас домашних животных также происходит в непосредственной близости от испытательных скважин, что оказывает негативное влияние на животноводческую продукцию.

Важным фактом, который в значительной степени препятствует широкому использованию территории полигона, является продолжающееся вторичное его загрязнение, обусловленное деформацией земной поверхности в районе расположения испытательных скважин. В результате этих деформаций образуются провалы и трещины, из которых выходят газы и грунтовые воды, содержащие в себе техногенные радионуклиды.

Следовательно, для проведения на полигоне хозяйственной деятельности необходимо соблюдать нормы радиационной безопасности, особенно в районах проведенных испытаний.

Аналогичные испытания проводились и на других полигонах, например, на полигоне «Невада». Фрагмент территории, где проводились испытания, приведен на рисунке 1.4 [72].



Рисунок 1.4 – Фрагмент территории Невада после ядерных испытаний

1.4 Требования нормативных документов к уровню безопасного радиационного загрязнения земель

Рассмотрение требований нормативных документов Республики Казахстан к уровню безопасного радиационного загрязнения земель связано с тем, что выполнение инженерно-геодезических измерений различного назначения на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне (СИЯП) будет производиться в условиях наличия техногенных радионуклидов.

Санитарно-эпидемиологические требования и нормы к обеспечению радиационной безопасности устанавливаются законодательством Республики Казахстан. В настоящее время таким нормативным документом в РФ и РК, который регламентирует уровень радиационного загрязнения земельных участков и проживающего населения, является документ РК НРБ–99 [52, 95], в котором мерой риска загрязнения является величина эффективной дозы облучения.

Постановлением Кабинета Министров РК № 653 от 31.07.2007 утвержден основной критерий, который характеризует степень безопасного проживания населения на загрязненной территории. Таким критерием является величина среднегодового значения эффективной дозы, которая была получена от различных источников излучения. Для проживающего населения предел эффективной дозы, полученной от радионуклидов, составляет в среднем 1 мЗв в год за любой 5-летний период, но не более 5 мЗв в год. Если же имеется такой уровень облучения, то данная территория относится к территориям с относительно благополучной экологической обстановкой. При уровне загрязнения от 5 до 10 мЗв территория относится к территориям с чрезвычайной экологической ситуацией, а более 10 мЗв – к зонам экологического бедствия.

Согласно требованиям документа международной организации МАГАТЭ, этот уровень загрязнения также является международным.

Под загрязненными земельными участками понимается территория бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП), а также другие территории, где проводились испытания ядерного оружия. Согласно Закону РК [55], вся территория Семипалатинской области и прилегающие к полигону районы Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей признаны зо-

ной экологического бедствия. Согласно ст. 4 данного закона, загрязненными территориями считаются территории, на которых эквивалентная доза облучения для населения менее 0,1 бэр в течение всего периода проведения испытаний.

В зависимости от величины эквивалентной дозы облучения загрязненные территории поделены на зоны (таблица 1.10):

- чрезвычайного радиационного риска;
- максимального радиационного риска;
- повышенного радиационного риска;
- минимального радиационного риска;
- с льготным социально-экономическим статусом.

Таблица 1.10 – Классификация загрязненных территорий СИЯП

Зоны радиационного риска	Величина допустимой эффективной эквивалентной дозы, бэр
Чрезвычайного радиационного риска 1 Долонский сельский округ Бескарагайского района ВКО. 2 Саржалский сельский округ Абайского района ВКО. 3 Жанасемейского района ВКО. 4 Населенные пункты Сарапан и Иса	Свыше 100 бэр за весь период испытаний
Максимального радиационного риска 1 Абайский, Абралинский. Бескарагайский и упраздненный Жанасемейский район. 2 Акжарский и Малдарский сельские округа Майского района Павлодарской области. 3 Алгабасский, Акбулакский, Айнабулакский, Караоленский и Танатский сельских округов города Семей ВКО	От 35 до 100 бэр за весь период испытаний
Повышенного радиационного риска 1 Аягузский, Бородулихинский, Глубоковский, Жарминский, Шемонаихинский, Уланский районы. 2 Города Семей, Курчатов, Усть-Каменогорск и Риддер ВКО. 3 Каркаралинский район Карагандинской области в пределах территории упраздненного Казыбекбийского района. 4 Майский район Павлодарской области	От 7 до 35 бэр за весь период испытаний
Минимального радиационного риска 1 Аксуатский, Алтайский, Урджарский, упраздненный Таскескенский, Кокпектинский, Тарбагатайский и Зайсанский районы ВКО. 2 Каркаралинский район Карагандинской области, не включая территорию упраздненного Казыбекбийского района. 3 Лебяжинский район Павлодарской области	От 0,1 до 7 бэр за весь период испытаний
Территория с льготным социально-экономическим статусом. Баянаульский район Павлодарской области	Менее 0,1 бэр за весь период испытаний

Земельные участки, которые подверглись во время испытаний сверхнормативному радиоактивному загрязнению, представляющие угрозу жизни и здоровью проживающего на данной территории населения, согласно закону РК не могут передаваться в собственность, а также в постоянное или временное землепользование.

Согласно нормативному документу, участки, которые представляют угрозу жизни и здоровью населения, не передаются в постоянное или временное землепользование, но они могут представлены в собственность или землепользование после ликвидации последствий ядерного оружия.

Все материалы для перевода земельных участков в категорию земель запаса готовятся уполномоченным органом по управлению земельными ресурсами.

В дополнение к закону РК [55] был принят закон № 16 –VIII ЗРК от 05.07.2023 [54], который предусматривает создание и функционирование зон ядерной безопасности.

Государственное нормирование по обеспечению радиационной безопасности осуществляется путем установления норм радиационной безопасности, санитарных правил, гигиенических нормативов, строительных норм и правил, правил охраны труда, методических, инструктивных и иных документов по радиационной безопасности.

Санитарно-эпидемиологические требования устанавливают требования к обеспечению радиационной безопасности при следующих пунктах:

- при выборе, проектировании, строительстве земельного участка;
- эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационных объектов;
- работе с источниками ионизирующего излучения;
- работе с радиоактивными отходами и т. д. (санитарные правила).

Радиационная безопасность населения и окружающей среды считается соблюденной по требованиям, установленным Законом Республики Казахстан от 23.04.1998 «О радиационной безопасности населения», гигиеническими нормативами и санитарными правилами. Для этого был предложен принцип зонирования по уровню загрязнения территории техногенными радионуклидами.

При оценке радиационной безопасности населения (табл. 1.11) учитывается загрязнение двумя основными долгоживущими радионуклидами – ^{137}Cs и ^{90}Sr [36, 70, 81, 104].

Таблица 1.11 – Зональное деление земель по уровню загрязнения

Радионуклид	Плотность поверхностного загрязнения, Ки/км ²	Уровень загрязнения	Зона проживания
$^{137}\text{Cs}^*$	1–5	Низкий	Проживание с льготным социально-экономическим статусом
^{137}Cs	5–15	Средний	Проживание с правом отселения
^{137}Cs или ^{90}Sr или $^{239,240}\text{Pu}$	>15 >3 >0,1	Высокий	Отселение с правом получения компенсаций и льгот
Очень высокий (30-километровая зона вокруг Чернобыльской АЭС и другие загрязненные территории)			Зона отчуждения (отселения)

Основная часть радионуклидного загрязнения находится в верхнем слое почвы. Поэтому для оценки такого загрязнения было принято постановление Кабинета Министров РК № 653 от 31.07.2007, которое регламентирует состояние почв на данной территории. Эти показатели приведены в таблице 1.12, взятой из [81].

Таблица 1.12 – Показатели радиоактивного загрязнения почв

Показатель радиоактивного загрязнения, Бк/кг	Характер экологической ситуации		Относительно удовлетворительная экологическая ситуация
	экологическое бедствие	чрезвычайная экологическая ситуация	
Цезий–137	свыше 18 500	6 938–18 500	до 6 938
Стронций–90	Свыше 1 388	462–1 388	до 462
Плутоний (сумма изотопов)	свыше 46,3	23,1–46,3	до 23,1

При оценке земельного участка для проживания на нем населения важное значение будет иметь факт поступления в организм радионуклидов с вдыхаемым воздухом и водой, а также продуктами питания. Допустимые значения такого загрязнения приведены в таблицах 1.13, 1.14 [70, 77].

Таблица 1.13 – Значения величин предельного годового поступления с воздухом и пищей и допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе и удельной активности в воде отдельных радионуклидов для населения

Радионуклиды		Поступление с воздухом		Поступление с водой и пищей
Обозначение	Название	Предел годового поступления, Бк в год	Допустимая ср.-годовая объемная активность, Бк/м ³	Предел годового поступления, Бк в год
³ H	Тритий	3,7* 10 ⁶	1,9* 10 ³	2,1*10 ⁷
⁹⁰ Sr	Стронций	2,0* 10 ⁴	2,7	1,3*10 ⁴
¹³⁷ Cs	Цезий	2,2*10 ⁵	2,7*10 ¹	7,7* 10 ⁴
²³⁸ Pu	Плутоний	2,2*10 ¹	2,7*10 ⁻³	2,5* 10 ³
²³⁹ Pu	Плутоний	2,0* 10 ¹	2,5* 10 ⁻³	2,4*10 ³
²⁴⁰ Pu	Плутоний	2,0* 10 ¹	2,5* 10 ⁻³	2,4*10 ³
²⁴¹ Pu	Плутоний	1,1*10 ³	1,4* 10 ⁻¹	2,1*10 ⁵
²⁴¹ Am	Америций	2,4*10 ¹	2,9* 10 ⁻³	2,7*10 ³

Таблица 1.14 – Гигиенические требования к безопасности некоторых видов пищевых продуктов

Виды продуктов	Допустимые уровни, Бк/кг, не более	
	Цезий	Стронций
Мясо домашних и промысловых животных без костей	160	50
Молоко, сливки, жидкие кисломолочные продукты и т. д.	100	25
Овощи, бахчевые	600	200

Тритий (³H) является радиоизотопом водорода и период его полураспада равен 12,3 года. Период полураспада радиоактивного вещества – это промежуток времени, в течение которого происходит уменьшение первоначальной его радиоактивности в два раза. Тритий постоянно образуется в атмосфере в результате непрерывного взаимодействия космического излучения с кислородом, азотом и аргоном. Он также образуется в результате проведения атомных и термоядерных взрывов. В организм человека тритий поступает через органы дыхания, желудочно–кишечный тракт и кожный покров [28, 70, 81, 87].

Природный стронций является стабильным радиоактивным элементом, а при ядерных реакциях образуется радиоактивный изотоп (^{90}Sr) с периодом полураспада 28,5 года.

Источниками плутония являются ядерные реакторы, а также предприятия по переработке отработанного ядерного топлива с целью получения оружия. Изотопы плутония (^{232}Pu – ^{246}Pu) имеют период полураспада от 20 мин до несколько тысяч лет. Плутоний отличается высокой токсичностью (удельная активность примерно в 200 000 раз выше, чем у урана) и период выделения из организма человека составляет около 90 лет [66, 81].

Америций (^{241}Am) образуется в результате распада плутония ^{241}Pu , и он также имеет высокую токсичность. Америций обладает большой миграционной способностью, так как хорошо растворяется в воде, а период полураспада равен 432,8 годам. Цезий (^{137}Cs) обладает незначительной токсичностью и в отличие от плутония существенного поражающего воздействия на организм человека не оказывает [66, 81, 87].

Изотопы (^{129}I и ^{131}I) йода также имеют сравнительную невысокую радиоактивность и период полураспада их составляет, соответственно, 17 млн лет и 8 суток. Источниками изотопов являются ядерные испытания и предприятия по переработке использованного топлива АЭС.

Радон является природным радиоактивным газообразным элементом, который образуется в результате распада радия. В свою очередь радий образуется вследствие распада урана–238 [66, 81, 87]. Значительное влияние радона имеет место в горах и в жилых домах (в подвальных помещениях, а также на первом и втором этажах). Нормативными документами также вводятся допустимые уровни этого воздействия, которые регламентируются гигиеническими нормативами для контроля за эффективными и эквивалентными дозами облучения.

1.5 Постановка задач исследований

Исходя из выполненного выше краткого анализа геодезических работ, выполняемых при определении деформационного состояния различных объектов, произведем постановку задач исследования, которые будут проведены в настоящей работе.

1 Разработать схему создания планово-высотного обоснования для деформационного мониторинга испытательных скважин и установления границ загрязненных участков земной поверхности территории СИЯП в условиях значительного загрязнения техногенными радионуклидами.

Необходимость разработки такой схемы обусловлена тем, что в условиях загрязнения обширной территории техногенными радионуклидами использование ее пунктов при выполнении геодезических измерений должно оказывать минимально возможное влияние на исполнителей. Кроме того, часть пунктов геодезического обоснования при ведении хозяйственной деятельности часто уничтожается. В связи с этим разработанная схема геодезического обоснования должна обеспечивать сохранность пунктов и удобство их использования в условиях интенсивного ведения хозяйственной деятельности.

2 Разработать методику геодезических измерений, которая будет выполняться в условиях значительного загрязнения территории радионуклидами.

Необходимость разработки такой методики также обусловлена тем, что измерения будут выполняться в условиях загрязнения техногенными радионуклидами. Ее использование должно обеспечивать минимально возможное пребывание исполнителя на загрязненной территории во время выполнения работ, а также обеспечение необходимой точности геодезических измерений.

3 Обосновать необходимую точность и периодичность выполнения геодезических измерений для определения деформационного состояния испытательных скважин и прилегающей к ним территории.

Постановка данного вопроса обусловлена тем, что в условиях непрерывного перемещения по высоте центра скважин и прилегающей к ней территории необоснованно завышенная точность измерений потребует увеличения времени пребывания исполнителей в загрязненной зоне. В этом случае, для исключения пребывания исполнителей на чрезмерно загрязненной территории, необходимо учитывать фактическую величину деформации земной поверхности в районе расположения испытательных скважин, и исходя из этого, по возможности упростить методику измерений.

4 Разработать методику отображения загрязненных участков территории СИЯП, прилегающей к испытательным скважинам, на межевых планах, которая позволит повысить их информативность, а также выполнять корректировку кадастровой стоимости этих участков.

Необходимость разработки такой методики обусловлена тем, что для повышения информативности межевых планов необходимо представлять сведения об уровне загрязнения земельных участков (или их части) с целью уточнения (изменения) их кадастровой стоимости. Такая информация также будет учитываться при изменении уровня и границ загрязнения.

5 Разработать предложения о характере представления в государственные органы сведений об деформационном состоянии и уровне загрязнения территорий в районе испытательных скважин.

Данные предложения будут реализацией исследований в области установления фактических границ загрязнения территорий на данный момент времени, и они позволят принятию объективных управленческих решений по устранению или ослаблению данного фактора.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН И КООРДИНИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ

2.1 Геологическая и климатическая характеристика исследуемой территории

На территории полигона испытания ядерных зарядов проводились на разных испытательных площадках. Испытательная площадка «Балапан» располагается в юго-восточной части полигона (см. рисунок 1.1), и она находится в зоне строгого контроля (на рисунке 2.1 показана радиоэкологическая обстановка на данной территории). Так как на данной территории располагается угольное месторождение и производится сельскохозяйственная деятельность, то находящиеся на площадке «Балапан» испытательные скважины будут оказывать непосредственное влияние на все проводимые работы, включая и геодезические.

На рисунке 2.1 приведена карта-схема передачи земель СИЯП для использования их в народном хозяйстве, из которой следует, что месторождение «Каражыра» находится в зоне строгого радиационного контроля.

С учетом передачи земель СИЯП в народное хозяйство и принятого нового закона [54] на данной территории проводятся в настоящее время и будут проводиться следующие геодезические работы по определению:

- границ загрязненных территорий;
- деформационного состояния некоторых испытательных скважин [46, 98, 99, 107, 108];
- объемов вскрышных пород и добытого угля;
- границ отдельных земельных участков в южной части испытательной площадки.

Для выполнения этих работ необходимо создавать планово-высотное обоснование в единой системе координат, а также, для некоторых объектов, в системе координат промплощадки.

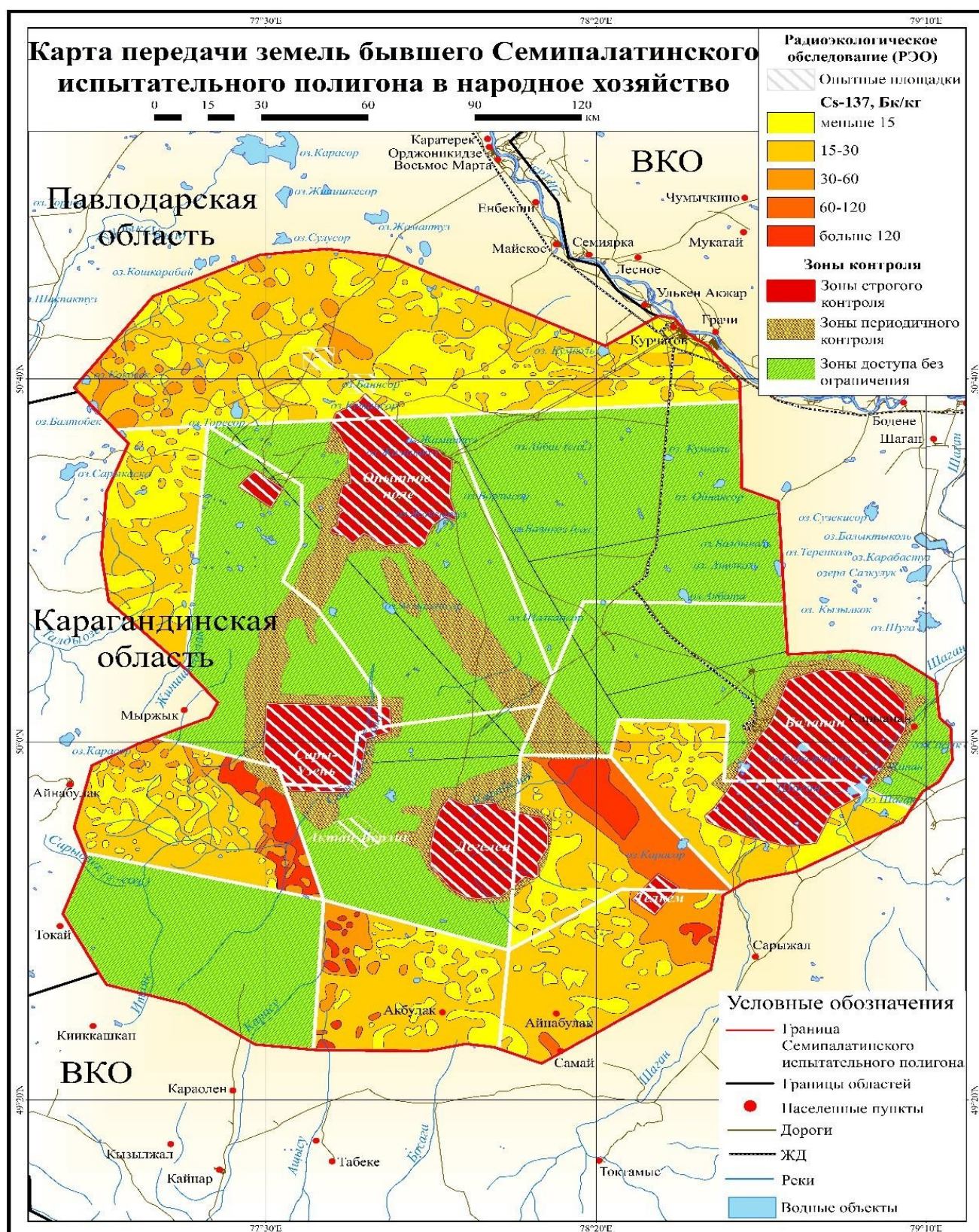


Рисунок 2.1 – Карта-схема передачи земель СИЯП в народное хозяйство по состоянию на 2017 г. (взята из [47, 76])

Из этого следует, что:

- данные об уровне загрязнения территорий и отдельных земельных участков, а также их границах должны являться важной составляющей перспективного плана развития;
- должно периодически проводиться измерение радионуклидного загрязнения земельных участков, а также границ этого загрязнения;
- при выполнении геодезических работ в таких условиях должна разрабатываться технологическая схема выполнения измерений, которая предусматривает обеспечение радиационной безопасности исполнителей.

Основные сведения о современном радиоэкологическом состоянии СИЯП достаточно детально описаны в опубликованных материалах Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК [9, 29, 35, 47, 65, 71, 75–78].

Так как на распространение техногенных радионуклидов значительное влияние оказывает геологическое строение территории полигона, то рассмотрим кратко данный вопрос.

Гидрологическая сеть развита очень слабо. Ближайшая к месторождению река Шаган протекает в 10 км. Поверхностный сток на реке наблюдается в период весеннего половодья. В районе месторождения имеются соленые озера, часто почти полностью пересыхающие летом.

Подземные воды развиты почти во всех стратиграфических подразделениях месторождения, но по условиям залегания и циркуляции, химическому составу и минерализации отличаются большим разнообразием. Общее движение подземных вод направлено с юго-запада и запада на север и северо-запад в сторону долины р. Иртыш. Ближайшая к месторождению р. Шаган протекает в 10 км. Поверхностный сток на реке наблюдается в период весеннего половодья [29].

В связи с разработкой карьера на месторождении Каражыра образовался техногенный очаг разгрузки подземных вод [64, 65, 96]. Первоначально, уровни подземных вод располагались на глубинах 1,77–20,30 м, но при постоянном действующем карьерном водоотливе они постепенно снижались с интенсивностью 0,25–1,30 м в год.

За период 1994–2016 гг. общее снижение уровней достигло 0,1–31,6 м. Но при этом, по отдельным скважинам, расположенным в области накопления дренажных вод, уровень воды поднялся на 0,05–2,8 м [64, 65].

В результате водоотлива дренажных вод из карьеров наблюдается образование депрессионных воронок (воронки осушения), в сферу влияния которых попадают блоки горных пород, где сосредоточены радиоактивные продукты ПЯВ. Первым в дренажных водах карьеров появляется тритий, поскольку он входит в состав воды и не сорбируется горными породами при миграции. При достижении содержания трития в воде первых сотен кБк/кг появляется ^{90}Sr геологического строения, мощности ПЯВ и др. [71, 76, 78, 93].

С 2003 г. началось ведение радиоэкологического мониторинга и радиационного контроля месторождения «Каражыра», сначала по программам, разработанным на год, а затем по «Комплексной программе радиоэкологического мониторинга и радиационного контроля при разработке угольного месторождения «Каражыра» на 2004–2008 гг., а также по аналогичной программе на 2008–2020 гг.

Результаты проведенных работ показали, что по параметрам радиационного контроля ситуацию на исследуемом участке можно рассматривать как благополучную. Дозы, полученные персоналом от внешнего гамма-излучения, не превышают допустимых уровней, регламентированных в ГН СЭТОРБ. Однако необходимо учитывать, что разрабатываемое месторождение находится в непосредственной близости от мест проведения подземных ядерных испытаний, миграция техногенных радионуклидов в подземных водах месторождения может усилиться по мере разработки месторождения.

Полученные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что концентрация техногенных радионуклидов в пробах атмосферного воздуха на месторождении Каражыра находилась значительно ниже уровня допустимой среднегодовой объемной активности для населения. При этом необходимо отметить, что характер воздушного переноса радионуклидов из мест проведенных ядерных взрывов и концентрации их в приземном слое воздуха, как в целом на территории Семипа-

латинского полигона, так и в районе месторождения Каражыра остается слабо изученной [64, 78].

Добычу угля на угольном месторождении «Каражыра» ведет акционерное общество «Каражыра», основной деятельностью которой является: проведение горных и геологоразведочных работ, добыча угля, реализация полезных ископаемых, проектирование, строительство и реконструкция. Годовая производительность угольного месторождения «Каражыра» – 5 млн тонн.

Особо охраняемых территорий, лесов и сельскохозяйственных угодий, граничащих с месторождением, нет.

Площадь горного отвода месторождения «Каражыра» составляет 21,4 км², утвержденные запасы угля 1,2 млрд тонн. Способ разработки месторождения – открытый, с частичным применением буро-взрывных работ на рыхление. Система разработки – транспортная, с вывозом вскрышных пород на внешний и внутренний отвалы. Вскрышные работы частично производятся с помощью буровзрывных работ.

Рельеф участка представлен мелкосопочником в юго-западной и западной части, широкой долиной, пересекающей участок с юга на север и переходящей восточнее через короткий (300–400 м) слабо покатый уступ в обширную слабоволнистую равнину. Кроме того, имеет место рельеф, образованный техногенным воздействием человека в виде отвалов вскрышных пород и карьерных выемок.

Грунтовые воды в основном залегают глубже 6,0 м и в процессе почвообразования участия не принимают. Исключение составляет долина, где уровень грунтовых вод поднимается до 2–3 м, обуславливая формирование здесь луговых и лугово-светло-каштановых почв, а также солонцов.

Среднемесячная температура становится положительной в период с 4 по 10 апреля, длительность безморозного периода около 200 дней. Последние весенние заморозки продолжаются до 20 мая, первые осенние заморозки начинаются с 10 по 15 сентября. Зима продолжительная, холодная и малоснежная, средняя высота снежного покрова 25–35 см. Весной температуры колеблются от 18 до 19 °С,

снежный покров сходит в первой половине апреля. Лето жаркое, сухое, дневные температуры 25–27 °С, дожди редкие, короткие, ливневые. Осень в начале теплая, ясная, в конце – холодная и пасмурная с морозящими дождями, в конце октября начинаются снегопады.

2.2 Основные виды радиоэкологического мониторинга территории СИЯП

Для решения задач радиоэкологического мониторинга загрязненного радионуклидами полигона в целом, территории расположения испытательных скважин, а также месторождения «Каражыра» можно применить существующие [21, 81] его уровни: глобальный, государственный, региональный, локальный и детальный.

Глобальный мониторинг [21, 81] окружающей среды проводится международными организациями в различных точках Земли. Для этого существуют специальные наблюдательные станции, которые имеются и на СИЯП. В результате такого мониторинга производится оценка суммарного глобального загрязнения природной среды в разных точках Земли в зависимости от ядерных испытаний, проводимых в разных странах, а также от аварий на АЭС. При этом такой мониторинг проводится независимо от границ сопредельных государств. Применительно к месторождению «Каражыра» решающее влияние на экологическое состояние природной среды в данном регионе оказывают проводившиеся в течение длительного периода испытания на полигоне в разных средах.

Государственный экологический мониторинг [21, 81] проводится на территории отдельного государства. Задачами такого мониторинга является организация и проведение его в пределах территории отдельного государства. Вместе с тем программа проведения такого мониторинга часто согласуется с соседним государством, так как загрязняющие вещества воздушной средой беспрепятственно распространяются и над территорией соседних государств. Например, после проведения испытания на СИЯП воздушные потоки с радионуклидами распространялись и на территорию, в основном, Новосибирской области и Алтайского края. Такое же влияние на южные и юго-восточные районы РК оказывают ядерные испытания,

проводившиеся на китайском ядерном полигоне Лобнор. Возможно, что радионуклиды распространялись и на районы Дальнего Востока после проведения испытаний в КНДР.

Региональный мониторинг является составной частью государственного мониторинга, и он производится на территории отдельных крупных регионов государства. К таким регионам относятся, например, Семипалатинская и Восточно-Казахстанская области. Региональный мониторинг радионуклидного загрязнения проводится и на граничащих территориях, например, на территории Новосибирской области и Алтайского края. Применительно к ведению кадастровых работ данные регионального мониторинга могут быть использованы при зонировании территорий по уровню загрязнения и при планировании ведения характера хозяйственной деятельности.

Локальный мониторинг проводится в границах города или района. Его целью является определение влияния на окружающую среду конкретного объекта хозяйственной деятельности, например, месторождения «Каражыра» и прилегающей к нему территории. В данном случае область деятельности должна распространяться уже на более мелкие земельные участки с предоставлением данных по уровню загрязнения при составлении межевого плана.

Детальный мониторинг проводится в пределах небольших промплощадок инженерных сооружений, их отдельных цехов, земельных участков сельскохозяйственного назначения, фермерских хозяйств частного сектора городов. В данном случае также должны предоставляться уровни радионуклидного загрязнения.

Рассмотрим основные факторы, которые влияют на загрязнение земель при добыче угля месторождения «Каражыра». Это загрязнение условно можно разделить на обычное техногенное (пыль, газы, дым, зола и т. д.) и радионуклидное техногенное.

Согласно таблице 2.1 факторами обычного неблагоприятного воздействия на компоненты окружающей среды является добыча угля и загрязнение компонентов окружающей среды в процессе проведения работ.

Таблица 2.1 – Факторы неблагоприятного воздействия на компоненты окружающей среды (данные взяты из [96])

Мероприятия, технологические процессы, виды деятельности, негативно влияющие на компоненты окружающей среды	Объекты, испытывающие воздействие	Виды воздействия	Продолжительность (динамика) воздействия
Добыча угля. Загрязнение компонентов окружающей среды в процессе проведения работ	1 Почвенный покров 2 Воздушный бассейн 3 Растительный и животный мир 4 Поверхностные и подземные воды 5 Обслуживающий персонал	Механическое – на почвенный покров Геохимическое – рассеивание вредных веществ Геоморфологическое – преобразование поверхности земли Гидрохимическое – преобразование подземных вод	Временно

Источниками загрязнения атмосферы на рассматриваемой площади проведения работ являются карьерная техника, погрузо-разгрузочные работы, отвалы породы и автотранспорт (таблица 2.2). Карьеры рассматриваются как единые источники равномерно распределенных по площади выбросов от карьерных машин, автотранспортных и выемочно-погрузочных работ.

Таблица 2.2 – Перечень веществ, выбрасываемых в атмосферу

Наименование вещества	ПДК максим. разовая, мг/м ³	ПДК среднесуточная, мг/м ³	Класс опасности	Категория опасности вещества
Азота диоксид	0,085	0,04	2	3
Углерод черный (сажа)	0,15	0,05	3	3
Углеводороды предельные C12–C19	1		4	3
Пыль неорганическая: 70–20 % двуокиси кремния	0,3	0,1	3	3
Окись углерода	5	3	4	3

В течение квартального наблюдения инструментальных замеров на источниках выбросов были получены результаты, свидетельствующие о том, что концентрация загрязняющих веществ в пробах атмосферного воздуха из исследованных источников не превышает значения ПДВ.

Территория месторождения находится за пределами водоохранных зон рек. Ближайшая к месторождению р. Шаган протекает в 10 км. Поверхностный сток на реке наблюдается в период весеннего половодья [97]. Дополнительный риск загрязнения грунтовых вод заключается в возможности протекания дизельного топлива от работающей карьерной техники.

Результаты мониторинговых исследований подземных вод на месторождении Каражыра показывают, что деятельность карьера не оказывает влияние на химический состав подземных вод, так как на карьере нет нефтебаз, химических производств. Пыль, образующаяся вокруг карьера, является инертным продуктом и в химические реакции с окружающей средой не вступает. Водоносные горизонты перекрыты мощным водоупорным чехлом (аргиллит подобные и плотные глины мощностью до 20 и более метров) и вещества, содержащиеся в пыли, не могут попасть в подземные воды. Пыль попадает в поверхностные воды карьера, которые в свою очередь откачиваются в пруд-испаритель [96].

При разработке месторождения неизбежно нарушение почвенного покрова. На большей площади на территории месторождения распространены почвы, обладающие крайне отрицательными физико-механическими свойствами, в связи с чем снятие плодородного слоя почв нецелесообразно. В настоящее время значительная часть почвенного покрова нарушена при ведении горных работ.

При разработке месторождения складирование вскрышных пород выполняется во внутренний отвал. Вскрышные породы, находящиеся на внешних отвалах (Западный, Восточный, Южный), подвергаются эрозии и могут представлять источник физико-механического загрязнения прилегающей территории. На месторождении выполняются мероприятия по пылеподавлению на технологических дорогах и отвалах вскрышных пород, ведется экологический контроль, организована и функционирует система мониторинга состояния компонентов окружающей среды.

Наиболее опасным загрязнением является радионуклидное загрязнение при разработке месторождения открытым способом. Основным проблемным вопросом радиационной безопасности работ по разработке месторождения «Каражыра» является вероятность возможного поступления к границам месторождения подзем-

ных вод, загрязненных радиоактивными продуктами подземных ядерных взрывов, которые проводились в штольнях и скважинах.

Основной целью радиоэкологического мониторинга угольного месторождения «Каражыра» является оценка текущего состояния радиационной обстановки с целью обеспечения безопасности работающих людей на его территории.

Мониторингу подвергаются следующие земельные участки [96]:

- территория участка, вовлекаемого непосредственно в разработку;
- территория вскрышных пород;
- места временного и постоянного пребывания работающего персонала.

Материалы и методы исследований проводятся на базе Института радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра Республики Казахстан.

Для получения достоверной информации о радиационном состоянии компонентов окружающей среды проводились мониторинговые наблюдения на основе натуральных инструментальных замеров. К полевым работам относятся проведение радиометрических измерений и отбора проб на выделенных участках территории месторождения. Измерения радиационных факторов выполнялись на территории производственной деятельности предприятия.

При выполнении мониторинга отбираются пробы грунта, горных пород, угля, золы и воздушных аэрозолей. Кроме этого, осуществляется также индивидуальный дозиметрический контроль для некоторых работников угольного разреза. Результатом является определение средней дозы внешнего облучения за период его использования работником. По результатам индивидуальной дозиметрии определяется среднегодовая доза внешнего облучения работника. На основе выборочного определения среднегодовых доз некоторых работников делаются выводы о воздействии внешнего воздействия на всех работников угольного разреза.

Отбор проб угля производится из различных блоков месторождения. При этом выбираются места, где уголь не подвергался длительному атмосферному воздействию, поскольку выпадающие осадки и ветер могут стать причиной перераспределения радионуклидов в слое угля.

В таблице 2.3 представлены общие данные мониторинга по ближайшим к месторождению «испытательным» скважинам.

Таблица 2.3 – Данные мониторинга по «испытательным» скважинам (взято из [42])

№ скважины	Дата проведения испытаний	Глубина скважины, м	Мощность взрыва, кт	Расстояние от границы земельного отвода, км	Расстояние от границы карьера, км
1005	16.10.74	350	43	4,3	12,3
1007	10.02.72	454	16	5,1	10,7
1066	23.07.73	655	212	0,4	8,2
1067	25.12.75	400	59	2,8	7,3
1071	25.04.80	332	≤20	1,3	4,7
1073	12.11.77	306	15	5,8	10,6
1080	29.06.77	504	9	3,2	9,9
1206	29.10.75	599	90	4,4	12,3
1207	31.05.74	н.д.	104	2,2	10,1
1222	29.11.78	550	100	2,4	8,4
1267	20.09.73	373	15	2,9	10,7
1321	04.07.82	595	136	1,5	8,3
1355	13.12.87	600	130	1,7	7,5
Глубокая	23.12.79	1250	70	3,8	11,6
А	30.11.77	202	4	4,5	12,4

Так как разработка месторождения производится открытым способом, то данный факт вызывает значительный подъем пыли на месте проведения работ. Подъем пыли происходит вследствие перемещения автомобилей на технологических автодорогах карьера. Это обстоятельство может привести к внутреннему облучению за счет поступления радионуклидов в организм человека ингаляционным путем.

Основными предпосылками такой возможности является процесс разрастания депрессионной воронки [42]. В этом случае, загрязненные техногенными радионуклидами подземные воды могут подступить к границам месторождения из мест проведения ПЯВ на площадке «Балапан».

Таким образом, процесс продвижения депрессионной воронки в восточном направлении представляет реальную опасность возможного поступления в добываемый карьер загрязненными техногенными радионуклидами подземных вод [42].

Работы по разработке месторождения открытым способом относятся именно к вызывающим значительный подъем пыли, что может привести к внутреннему облучению за счет поступления радионуклидов в организм через органы дыхания

и диктует необходимость контроля за содержанием техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе. При этом стоит учитывать, что территория месторождения «Каражыра» расположена в непосредственной близости от мест проведенных ядерных испытаний, где сформированы очаги с радиоактивным загрязнением дневной поверхности. В результате ветрового переноса радиоактивные продукты с загрязнённых участков могут попасть в атмосферный воздух рабочей зоны месторождения. При определенных обстоятельствах, таких как пыльные бури, этот фактор может внести существенный вклад в формирование дозы облучения персонала ингаляционным путем.

Таким образом, при определенных погодных условиях не исключено поступление трития с атмосферным воздухом к границам месторождения. В этой связи, для более полной достоверной оценки возможных дозовых нагрузок необходимо проводить регулярный контроль концентрации трития в воздухе [41].

Оценка радиационной безопасности на объекте осуществляется по следующей схеме (рисунок 2.2).

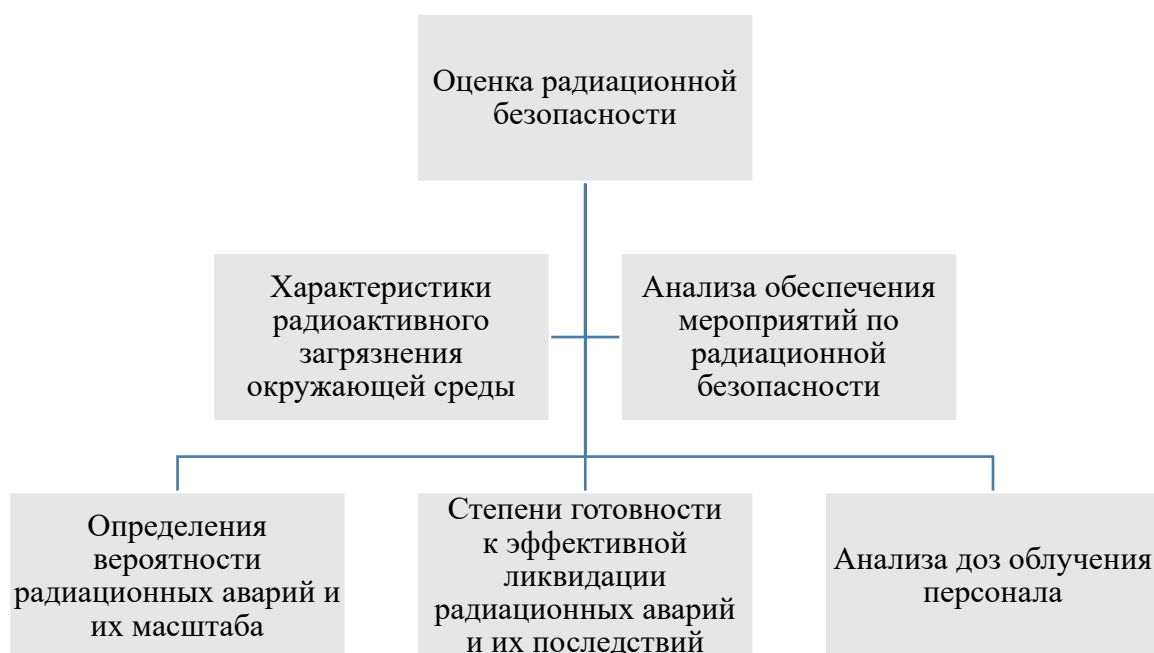


Рисунок 2.2 – Схема проведения оценки радиационной безопасности

В проектной документации радиационного объекта для каждого помещения (участка, территории) должны указываться сведения согласно таблице 2.4, взятой из [60].

Таблица 2.4 – Виды радионуклидного загрязнения

При работе:	Сведения
Открытый источник излучения	радионуклид, соединение, агрегатное состояние, активность на рабочем месте, годовое потребление, вид и характер планируемых работ, класс работ
Закрытый источник излучения	радионуклид, его вид, активность, допустимое количество источников на рабочем месте и их суммарная активность, характер планируемых работ
Устройство, генерирующие ионизирующее излучение	тип устройства, вид, энергия и интенсивность генерируемого излучения и (или) анодное напряжение, сила тока, мощность, максимально допустимое число одновременно работающих устройств, размещенных в одном помещении (на участке, территории)
Ядерный реактор, генератор радионуклидов, с радиоактивными отходами и другими источниками излучения со сложной радиационной характеристикой	вид источника излучения и его радиационные характеристики (радионуклидный состав, активность, энергия и интенсивность излучения)

Радиационный контроль должен осуществляться за всеми радиационными показателями для определения уровня облучения персонала и населения. Также он включает индивидуальный дозиметрический контроль персонала и радиационной обстановки. Общее облучение персонала не должно превышать 1 мЗв в год.

Индивидуальный дозиметрический контроль проводится обязательно для определения годовых доз персонала. Индивидуальный дозиметрический контроль включает следующие параметры (рисунок 2.3).

В проектной документации отражаются все вопросы по радиационной безопасности. Уровни природного облучения работников в производственных условиях не должны превышать значений, приведенных в гигиенических нормативах. При различных изменениях, связанных с изменением продолжительности работы, нарушением радиоактивного равновесия природных радионуклидов в производственной пыли, устанавливается контрольный уровень радиационного воздействия.

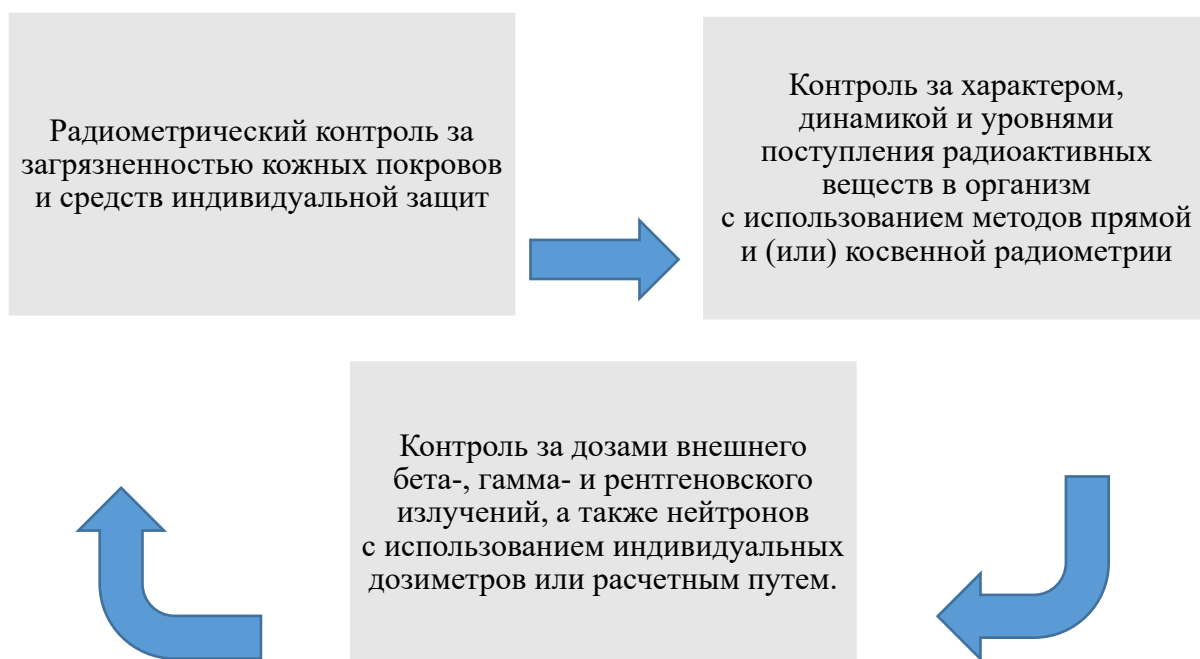


Рисунок 2.3 – Индивидуальный дозиметрический контроль

Таким образом, ведение горных работ и относительная близость испытательных скважин приводит к радионуклидному загрязнению территории месторождения, его технологических дорог, а также дорог, по которым доставляется уголь потребителям. В связи с этим встает вопрос о ведении мониторинга территорий, прилегающих к месторождению и автомобильным дорогам, а также межеванию земельных участков, загрязненных радионуклидами.

2.3 Исследование влияние характера распространения техногенных радионуклидов вследствие их ветрового переноса

В настоящее время часть земельных участков, расположенных на территории полигона, в установленном законом порядке может предоставляться для нужд промышленности, сельского хозяйства и иных целей. Вместе с тем, территории, которые подверглись значительному радионуклидному загрязнению, исключены из сельскохозяйственного и иного оборота, и они подлежат консервации на неопределенный период времени. Также для обеспечения радиационной безопасности на всей территории полигона нормативными документами [52, 54, 55, 60, 85] Кабинета

Министров РК предписывается проведение регулярного радиационного контроля, так как при проведении испытаний загрязнению подвергались воздушный бассейн, дневная поверхность земли и подземная геологическая среда. Загрязненные радионуклидами потоки воздуха перемещались в различных направлениях и их следы имели ширину до 15 км и длину свыше 100 км. Интенсивность последующего выпадения радионуклидов на локальных земельных участках в значительной степени зависела от дождевых осадков, и она была неравномерна. После выпадения радионуклидов на земную поверхность они проникали в почву на определенную глубину. Также такие радиоактивные осадки выпадали и на территории «Каражыра».

Близость расположения испытательных скважин значительно увеличивала количество выпадаемых радионуклидов на месторождение.

При добыче угля открытым способом производятся вскрышные работы, в результате чего образуется пыль с содержанием радионуклидов, которая затем распространяется с потоками воздуха по разным направлениям. В данном случае определенная часть радионуклидов также попадала и на угольные пласты. Поэтому при добыче угля образуется угольная пыль, которая в определенной концентрации содержит в себе радионуклиды. Суммарное влияние на радиационную обстановку в районе угольного месторождения «Каражыра» оказывает воздушный перенос радионуклидов с других территорий полигона, а также загрязненные подземные и поверхностные воды.

В связи с этим важным вопросом пользования месторождением «Каражыра» является оценка степени влияния вторичного загрязнения прилегающей к нему территории и определение границ этого загрязнения, а также динамики их расширения. Также необходимо отметить, что до настоящего времени нет аналогов в мировой практике добычи полезных ископаемых, залежи которых находятся на территории проведенных ранее ядерных испытаний, а также в непосредственной близости от мест расположения испытательных скважин.

При добыче угля открытым способом производятся следующие основные виды работ, которые оказывают влияние на радиационную обстановку окружающей среды и прилегающих земельных участков (рисунок 2.4):

- разработка вскрышных пород и их последующее складирование;
- добыча угля и его складирование;
- транспортировка угля потребителям и его использование;
- рекультивация отдельных земельных участков угольного месторождения.

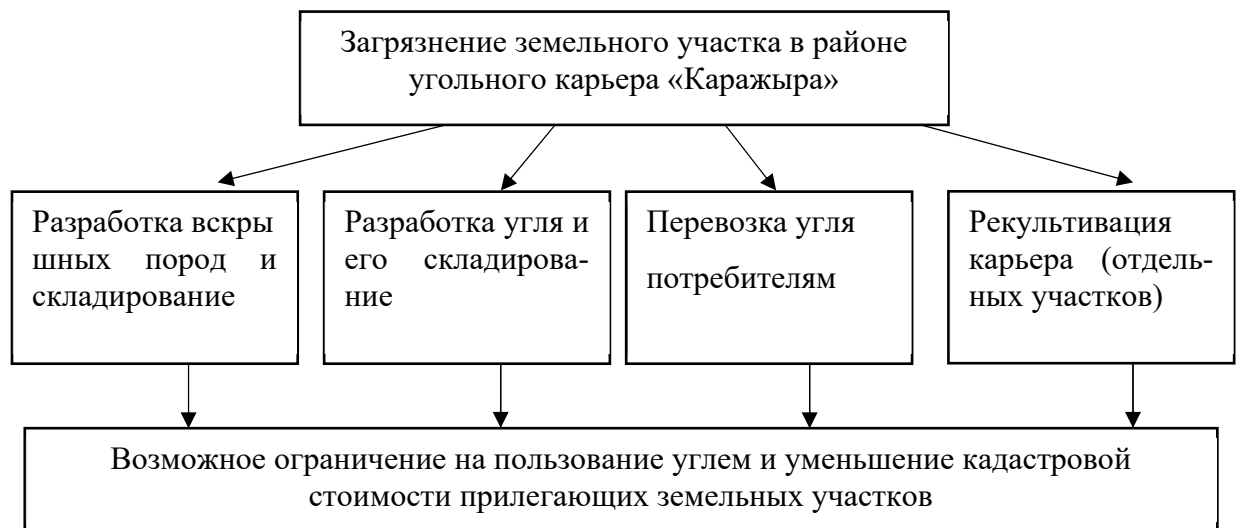


Рисунок 2.4 – Влияние загрязнения радионуклидами земельного участка месторождения «Каражыра»

При этом такое загрязнение происходит как в пределах границ отведенного земельного участка собственно месторождения «Каражыра», так и за его пределами. Это обстоятельство оказывает влияние на социальную обстановку проживающего там населения, и, следовательно, на кадастровую стоимость.

Добыча угля оказывает заметное влияние на миграцию загрязненных радионуклидами подземных вод. Если геологическая среда не нарушена, то загрязнение смежных земельных участков такой миграцией может проявиться через десятки или сотни лет [96]. Однако, при нарушении геологической среды (в нашем случае угольных пластов) этот процесс может значительно ускориться, особенно при наличии интенсивных осадков и поверхностных вод в весенне-осенний период. Также при разработке карьера глубиной до 200 м будет происходить усиление процесса миграции загрязненных подземных вод в сторону данного месторождения. В связи с тем, что утвержденные запасы данного месторождения составляют

1,2 миллиарда и его добыча будет продолжаться несколько десятилетий, то следует ожидать значительного увеличения притока загрязненных подземных вод.

При транспортировке угля потребителям железнодорожным или автомобильным транспортом будет происходить частичное загрязнение прилегающих к дорогам земельных участков. В связи с тем, что населения частного сектора г. Семипалатинска и других пунктов для отопления потребляют уголь, постепенному загрязнению также будут подвергаться данные территории особенно в местах расположения котельных.

Рекультивация отдельных земельных участков любого угольного месторождения, согласно требованиям нормативных документов, осуществляется после завершения эксплуатации всего карьера или его части. Она может проводиться путем частичной обратной засыпки его верхним плодородным слоем земли или образованием пруда.

В первом случае будет использоваться верхний загрязненный слой земли, который хранился в отвалах. При его перевозке и укладке возможно повторное локальное пылеобразование с последующим переносом части радионуклидов на прилегающие земельные участки.

При образовании пруда он постепенно будет заполняться загрязненными подземными и поверхностными водами. В этом случае концентрация техногенных радионуклидов будет постепенно увеличиваться. Вместе с тем необходимо отметить, что и после проведения рекультивации данной части карьера будет происходить его многократное вторичное загрязнение вследствие влияния следующих основных факторов (рисунок 2.5).

Основные факторы, влияющие на вторичное загрязнение земельного участка карьера:

- дым, который образуется от частых степных пожаров, а также снежных и пыльных бурь;
- пыль от ближайшего разрабатываемого участка угольного карьера;
- перенос ветром сухой травы и листьев;
- сельскохозяйственная деятельность на прилегающей территории (площадь обрабатываемых участков может достигать нескольких десятков тысяч гектар).



Рисунок 2.5 – Причины вторичного загрязнения рекультивируемого земельного участка карьера

Так как территория, на которой находятся испытательные скважины и месторождение угля, имеет сравнительно бедную растительность, перенос частиц техногенных радионуклидов с пылью и снегом происходит быстрее на практически ровной степной поверхности. С учетом этого, рассмотрим направление воздушных потоков, которые господствуют в данном районе. В таблице 2.5 приведены данные по направлению перемещения воздушных масс в летний и зимний периоды [27].

Таблица 2.5 – Направление перемещения воздушных масс

Направление ветра	декабрь	январь	февраль	за квартал	июнь	июль	август	за квартал
штиль	3	6	3	4	4	7	9	6,7
юго-запад	3	4	2	3	1	1	–	0,7
юго-восток	4	1	3	2,7	1	1	–	0,7
юг	10	11,3	10	10,3	2	3	3	2,7
запад	3	1	3	2,3	5	3	4	4,0
восток	3	8	7	6	3	1	1	1,7
северо-запад	–	–	1	0,3	1	3	1	1,7
север	–	–	–	–	12	11	11	11,3
северо-восток	–	–	–	–	–	1	1	0,7

На составленном нами рисунке 2.6 приведена роза ветров для летнего периода года, из которого следует, что южное направление вторжения воздушных масс также будет переносить техногенные радионуклиды с мест расположения испытательных скважин на территорию месторождения и дальше на север РК.

При этом в летний период дополнительное влияние будет оказывать дым от периодически возникающих степных пожаров.



Рисунок 2.6 – Летняя роза ветров в районе испытательных скважин и угольного месторождения «Каражыра»

На рисунке 2.7 приведена роза ветров для зимнего периода года, из которой следует, что перенос техногенных радионуклидов будет происходить в основном в противоположном направлении от испытательных скважин и месторождения в сторону юга РК.

Так как испытательная площадка «Балапан» находится на западной границе СИЯП, то в этом случае восточное вторжение воздушных масс будет переносить техногенные радионуклиды от испытательных скважин вглубь территории полигона. В этом случае месторождение «Каражыра», которое находится западнее и севернее испытательных скважин, также будет подвергаться этому влиянию. Восточное и южное направления характеризуются незначительным количеством выпадаемых осадков.

Западное вторжение воздушных масс будет происходить со стороны месторождения в направлении испытательных площадок и далее на прилегающую к полигону территорию. Оно сопровождается осадками, порой значительными, а также порывами ветра. Поэтому при наличии осадок происходит также оседание по пути распространения ветрового потока радионуклидов на прилегающие к полигону земельные участки. Непосредственно на месторождение западные ветры не будут оказывать заметного влияния.

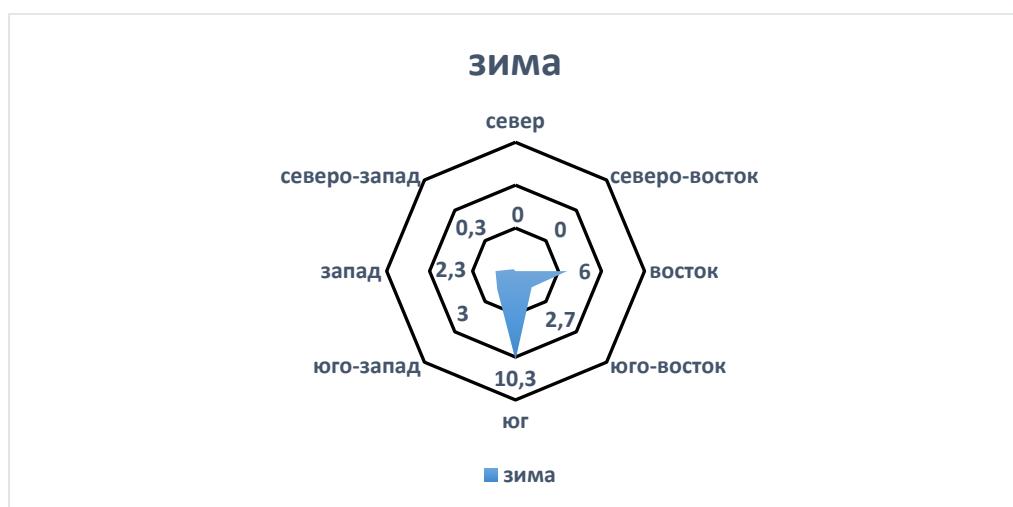


Рисунок 2.7 – Зимняя роза ветров в районе испытательных скважин и угольного месторождения «Каражыра»

Северное и северо-западное вторжение характеризуется проникновением холодных воздушных масс с территории РФ, которые также приносят осадки в виде дождя и снега.

На рисунке 2.8 приведены сведения по количеству дней перемещения воздушных масс для каждого из направлений в течение всего года.

Из рассмотренного выше следует, что в условиях степной зоны на распространение техногенных радионуклидов большое влияние оказывает перемещение воздушных масс. Это влияние усиливается при проведении сельскохозяйственных работ (происходит подъем пыли) и работ на угольном карьере.

На основании этих данных нами [27] были составлены схемы направления розы ветров для зимнего (рисунок 2.9) и летнего (рисунок 2.10) периодов года непосредственно для испытательных скважин и месторождения.

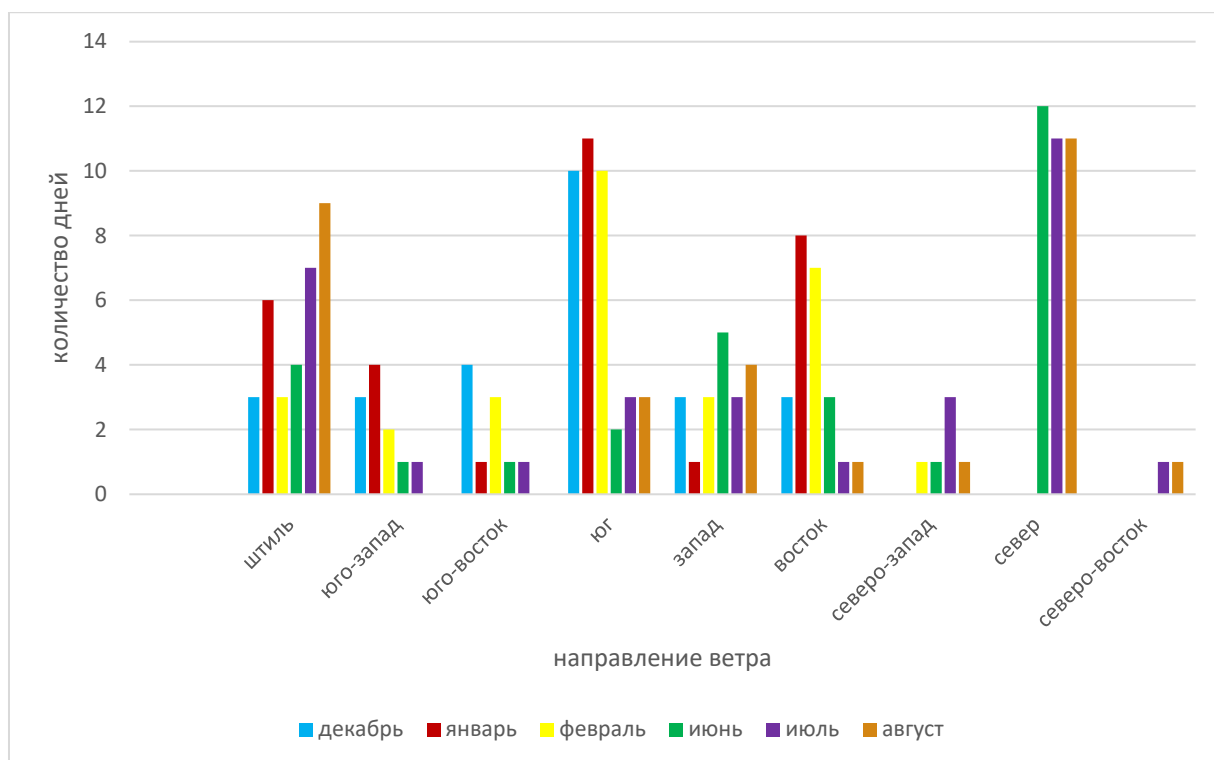


Рисунок 2.8 – Розы ветров на период зима-лето 2019–2020 гг.



Рисунок 2.9 – Направление розы ветров «зима» на испытательные скважины и земельные участки

Таким образом, направление розы ветров способствует распространению вторичного загрязнения техногенными радионуклидами, находящимися на территории испытательных скважин и месторождения «Каражыра», на расположенные рядом земельные участки и транспортные коммуникации. Одной из таких коммуникаций является автомобильная дорога, по которой производится перевозка угля в г. Семей.

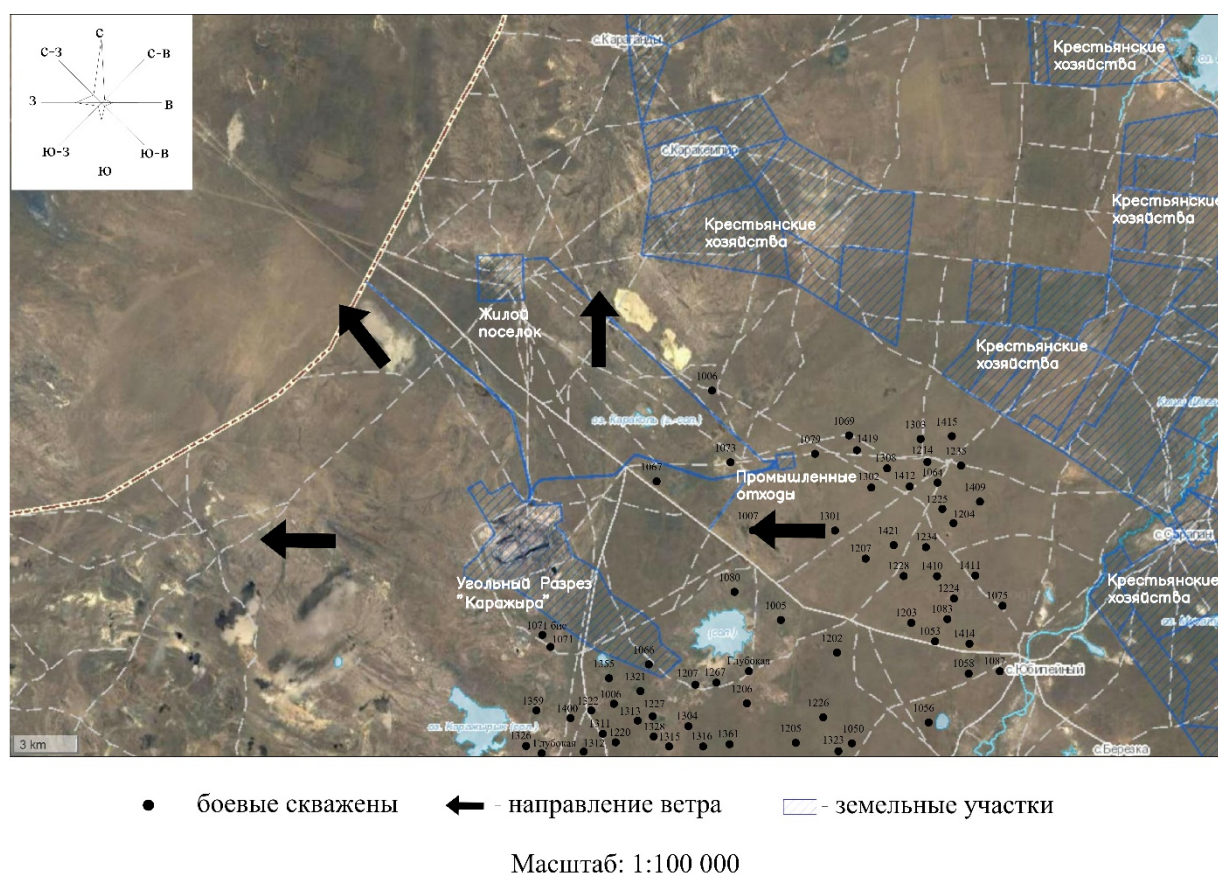


Рисунок 2.10 – Направление розы ветров «лето»
на земельные участки северной части полигона

Учет последнего фактора обусловлен тем, что распад радионуклидов на испытательных боевых скважинах будет продолжаться много десятилетий и они будут распространяться как на месторождение, так и на прилегающие к нему территории.

Роза ветров и направление ветра на земельные участки с крестьянскими хозяйствами возле месторождения Каражыра и нанесенные испытательные скважины

представлена на рисунке 2.11. Карта была взята с официального геопортала Абайской области.

В связи с этим, для выбора вида хозяйственной деятельности, после принятия закона [54], и установления кадастровой стоимости земельных участков (в основном для пастбищных угодий), прилегающих к испытательным скважинам и угольному месторождению, необходимо иметь информацию о деформационном состоянии территории испытательных скважин, провести определение границ с учетом фактического уровня загрязнения на данный момент времени.

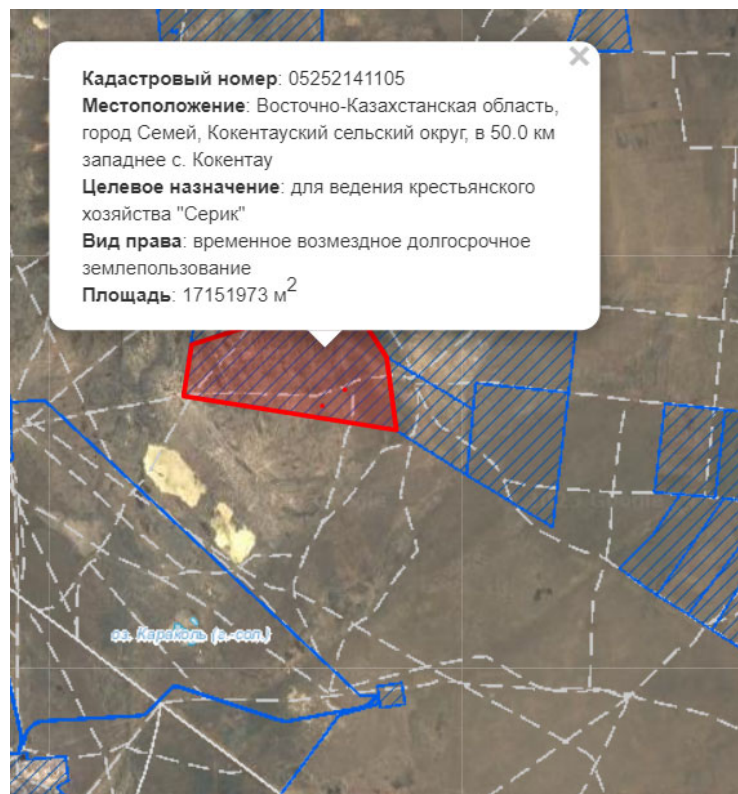


Рисунок 2.11 – Земельные участки вблизи испытательных скважин и месторождения

Для этого необходимо дать обоснование периодичности выполнения геодезических измерений с целью мониторинга изменения границ загрязнения земельных участков. Также геодезические измерения должны производиться с точностью, позволяющей на местности уверенно фиксировать границы загрязнения. Для достижения требуемой точности измерений необходимо использовать соответствующую

щую методику измерений, применение которой должно учитывать наличие близкорасположенных боевых скважин и направления преобладающей розы ветров. Последний фактор имеет место в летний период, когда возможны пыльные бури и степные пожары, переносящие с ветром техногенные радионуклиды.

2.4 Обоснование точности и периодичности определения координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами

В настоящее время определение границ земельных участков в РК производится с использованием требований и схем геодезических измерений, рассмотренных в 1.2. Применительно к определению координат объектов, загрязненных техногенными радионуклидами, необходимо учитывать:

- факт чрезвычайного радиационного риска (см. таблицу 1.10) на всей территории расположения испытательных скважин, а также землях, прилегающих к ним;
- непрерывное изменение границ загрязнения вследствие происходящих деформационных процессов в районе скважин;
- наличие сравнительно небольших по площади земельных участков (воронок вокруг скважин) со значительным уровнем загрязнения;
- наличие отвалов вскрышных пород возле угольного месторождения;
- наличие локальных (точечных) загрязнений земной поверхности;
- повышенный в некоторых местах уровень загрязнения вдоль автомобильных дорог, по которым производится перевозка угля.

С учетом этого нами предлагается:

- увеличить, по сравнению с требованиями нормативных документов [13, 14, 40, 50] для промплощадок, плотность пунктов обоснования на территории расположения испытательных скважин (штолен);
- повысить точность определения границ (координат) загрязнения.

Предлагаемое нами увеличение количества пунктов обосновано более интенсивным введением земель полигона в хозяйственный оборот и условиями выполнения геодезических работ.

Введение земель полигона в хозяйственный оборот будет приводить к частичному уничтожению пунктов обоснования. Поэтому увеличение их количества на стадии проектирования их размещения и последующей закладки позволит в значительной степени сохранить планово-высотное обоснование.

Выполнение геодезических работ может происходить в благоприятных или неблагоприятных условиях. Если, например, во время выполнения полевых геодезических работ в данный момент времени имеет место интенсивное пылеобразование или степной пожар, то в этом случае имеется возможность использовать пункты обоснования, которые не находятся в зоне этого влияния.

В связи с тем, что воронки испытательных скважин имеют повышенный уровень загрязнения (рисунок 2.12) и в их пределах она изменяется, для определения границ этого изменения точность определения координат должна быть выше. Кроме того, на территории расположения испытательных скважин имеют место точечные загрязнения различной интенсивности, и они должны иметь свои координаты местоположения, указываться в пояснительных записках межевых планов, а также отмечаться в графических документах.

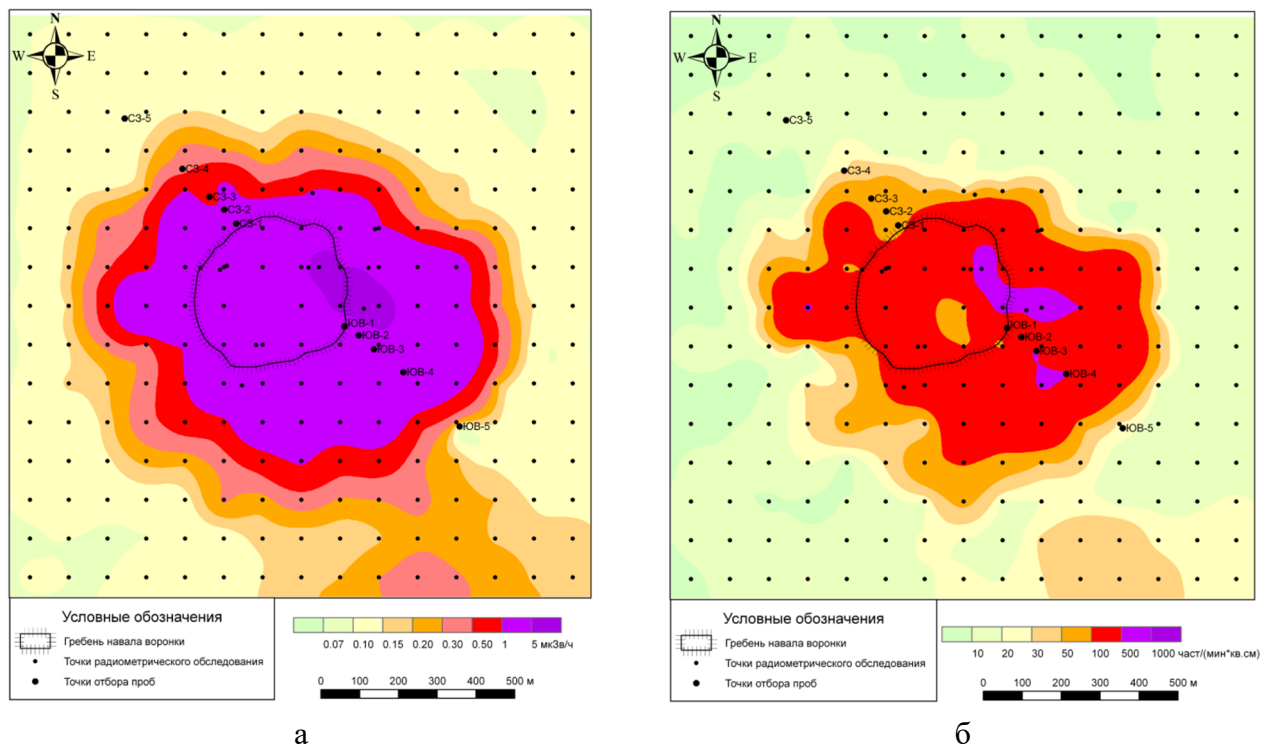


Рисунок 2.12 – Карты-схемы радионуклидного загрязнения в районе испытательной скважины № 101 (взято из [93])

Также необходимо отдельно регламентировать точность определения границ объектов угольного (или иного) месторождения: отвала вскрышных пород, изменяющихся границ месторождения и рекультивируемого карьера. К ним относятся загрязненные участки автомобильных и железных дорог, по которым производится транспортировка угля.

Необходимость установления величины СКО определения координат отвала вскрышных пород обусловлена тем, что там происходит непрерывное их наполнение. Это также приводит к непрерывному пылеобразованию. В связи с тем, что перевозка угля будет происходить несколько десятилетий, прилегающие к дорогам земельные участки также будут подвергаться постепенному загрязнению. Поэтому проводимые геодезические работы вдоль этих дорог должны также содержать в межевых планах сведения об уровнях их загрязнения, а также и о прилегающих земельных участках.

С учетом этого нами рекомендуется дополнить существующие требования к точности определения границ земельных участков требованиями к точности установления координат указанных объектов (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – 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 положение 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

Выполним обоснование в возможности получения предложенных величин СКО определения координат локальных характерных точек.

Величина СКО определения координат середины испытательной скважины, равная $m = 50,0$ мм, обусловлена тем, что после вступления в силу закона РК [55] необходимо будет производить деформационный мониторинг изменения планово-высотного положения всех испытательных скважин. По характеру их деформации будет делаться заключение о процессах, происходящих на глубине произведенного подземного ядерного взрыва. В работе [64] указывается, что одним из основных последствий, возникающих после проведенных взрывов в углесодержащих горных породах, является газовыделение, а также образование необрушенных полостей. Поэтому с целью определения деформационного состояния скважин и окружающих их воронок необходимо производить высокоточные инженерно-геодезические работы, которые могут выполняться спутниковыми, наземными технологиями и технологиями с применением БПЛА.

При использовании спутниковых технологий [14, 91] определения плановых координат середины скважины (при отсутствии в воронке воды) может быть уверенно получено со СКО порядка 15–20 мм. Однако определить высотное положение со СКО не хуже 5,0 мм невозможно. Получить необходимую точность можно только для воронки оседания.

В случае применения высокоточных тахеометров величину СКО определения координат центра скважин можно найти по формуле

$$m_p^2 = m_l^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 l^2 + m_{ц.р.}^2 + m_u^2 + m_\phi^2, \quad (2.1)$$

где m_l – ошибка измерения расстояния;

m_β – ошибка измерения угла;

$m_{ц.р.}$ – ошибка за влияние центрирования и редукции;

m_u – ошибка исходных данных;

m_ϕ – ошибка фиксации центра скважины.

В этом случае при $L = 150\text{--}200,0$ м, $m_u = 2,0$ мм, $m_l = 3,0$ мм, $m_\phi = 2,0$ мм, $m_{u.p.} = 2,0$ мм, $m_\beta = 2,0''$ получим $m_p = 4,0\text{--}5,0$ мм. Тогда предельное значение СКО не будет превышать $m_p = 10,0\text{--}15,0$ мм, что не будет превышать рекомендуемого нами значения.

В связи с тем, что выделение газов из испытательных скважин на дневную поверхность происходит на локальных участках радиусом до 100 м [93, 108], с целью ослабления влияния загрязнения на геодезическую бригаду 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 по центру скважин или краям воронки светоотражающие пленки.

Применение БПЛА, снабженного GPS/ГЛОНАСС-приемником, позволяет определять плановые координаты со СКО порядка 30–40 мм. Высотную координату определить с требуемой точностью не представляется возможным.

Так как после проведения испытаний скважин образуются воронки глубиной от 10 до 30 м и диаметром от 10 до 250 м, то для слежения за динамикой развития деформационных процессов на некоторых скважинах был проведен комплекс геодезических работ [46, 99, 107, 108]. Для этого по краям воронки и на ее дне были установлены пункты, координаты которых определялись высокоточным тахеометром с СКО порядка 5,0–7,0 мм. Полученные данные СКО измерений соответствуют нашим предложениям.

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. В этом случае среднюю величину фиксации границы этого участка вокруг скважины можно принять равную $m_\phi = 30\text{--}50$ мм. Тогда величина СКО при $L = 150\text{--}200,0$ м будет равна 45–60 мм, а предельная не более 80–100,0 мм.

С целью обеспечения радиационной безопасности во время фиксации границ выделения газов необходимо использовать защитные костюмы.

Точечное загрязнение земельного участка во время проведения испытаний возникало при нештатных ситуациях во время проведения испытаний, и оно сопровождалось выбросом грунта из скважины. В связи с этим все такие точечные загрязнения должны быть обнаружены, определены их координаты и отображены в документах межевого плана в графической форме. Кроме того, их местоположение необходимо рассматривать как положение характерных точек, имеющих свои координаты. Учитывая небольшие по площади (несколько десятков квадратных метров) размеры загрязнения, рекомендуемая величина СКО позволит с необходимой точностью определить его границы.

Значения СКО для определения границ земельного участка, соответствуют существующим требованиям [22, 56]. В связи с тем, что месторождение угля и образуемый отвал вскрышных пород не имеют четких границ, рекомендуемая величина 0,50 м также будет соответствовать указанным требованиям.

Для объективного суждения об уровнях загрязнения и принятия этих данных для соответствующих управленческих решений, а также отображения их в межевых планах необходимо проводить детальный мониторинг. Детальный мониторинг является низшим уровнем всей цепочки его проведения, который обычно реализуется в пределах отдельных хозяйственных объектов, он входит в состав мониторинга локального уровня.

Особенностью определения границ загрязненных земельных участков является непрерывное изменение уровня этого загрязнения, которое возникает вследствие деформаций скважин и прилегающей территории. Поэтому, в дополнение к существующим причинам выполнения дополнительного (внеочередного) определения границ загрязнения необходимо включить данный факт, т. е. необходимо установить периодичность проведения измерений по определению деформационного состояния испытательных скважин и динамики его развития, а также и прилегающей территории в условиях загрязненности радионуклидами (таблица 2.7). Такие измерения позволят показать динамику изменения положения скважин, произвести прогноз возможного загрязнения, и при самом неблагоприятном стечении

обстоятельств предотвратить дополнительное загрязнение проживающего (работающего) населения и животных.

Таблица 2.7 – Периодичность определения деформационного состояния испытательных скважин

Объект выполнения измерений	Периодичность, год
середина 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.

2.5 Виды геодезических работ на территории расположения испытательных скважин и прилегающих земельных участках

В отличие от существующей практики проведения геодезических работ по определению границ различных по площади и назначения земельных участков эти работы для территории с расположенными на ней испытательными скважинами, а также и прилегающих к ней земельных участках (промышленного или сельскохозяйственного назначения) имеет свои особенности, обусловленные загрязнением их техногенными радионуклидами. Проведение межевания земельных участков и изменение их границ в существующей практике происходит только в целях ведения (изменения характера) различной хозяйственной деятельности. При этом вопросы прогнозирования возможного изменения границ земельных участков возникают редко, и они связаны, в основном, с планируемым изменением вида хозяйственной деятельности промышленного или сельскохозяйственного предприятия, а также изменениями в семейных отношениях. Применительно к территориям, на

которых проводились ядерные испытания и прилегающим землям, загрязненными техногенными радионуклидами, вопросы прогнозирования возможного изменения уровня загрязнения и, как следствие этого, проведения очередного установления новых границ этого загрязнения будут возникать непрерывно. Это обусловлено следующими факторами:

- непрерывным изменением уровня и границ загрязнения земельных участков, вследствие чего также изменяется уровень ПДК, при котором допускается пребывание на них человека (или время этого пребывания);
- на основании прогноза изменения уровня загрязнения, основанных на результатах периодических исследований радионуклидного загрязнения данной территории;
- изменением деформационного состояния земной поверхности в местах расположения испытательных штолен и скважин, которое приводит к выходу из трещин загрязненной воды или газов.

Изменение уровня и границ загрязнения земельного участка приводит к необходимости вносить изменения в зоны, на которых разрешается пребывание (проживание) человека или ведение хозяйственной деятельности. Эти изменения необходимо вносить и в межевой план. В связи с этим также будет изменяться и кадастровая стоимость данного земельного участка, а иногда она вообще может не указываться, например, в районах расположения испытательных скважин и штолен (рисунок 2.13).

После проведения очередных определений радионуклидного загрязнения составляется заключение об уровне этого загрязнения и прогнозируется его изменение на определенный промежуток времени. Для этого необходимо использовать возможности космического, геодезического и радиоэкологического мониторинга для целей:

- картографирования обширных территории с последующей разработкой рекомендаций по использованию земель для народного хозяйства;
- зонирования территорий по уровню радионуклидного загрязнения;
- принятия управленческих решений;

– утверждения кадастровой стоимости территорий, загрязненных техногенными радионуклидами.

Например, составление комплексных геоэкологических карт для мест расположения скважин или месторождения «Каражыра» будет способствовать оценке изменения ландшафтной структуры и особенностей состояния окружающей среды в отношении загрязнения, которые важны для жизнедеятельности человека.

Деформация земной поверхности в местах проведения испытаний (в скважинах и штольнях) происходит непрерывно [47, 65, 107, 108], и это приводит к неоднократному вторичному загрязнению прилегающей территории.

С учетом сказанного, рассмотрим виды геодезических работ, которые необходимо проводить как на месторождении, так и на прилегающей к нему территории.

При выполнении данных геодезических работ также должны соблюдаться требования нормативных документов в отношении обеспечения радиационной безопасности геодезической бригады на всех этапах работы. На рисунке 2.13 приведен состав полевых геодезических работ.



Рисунок 2.13 – Влияние загрязнения радионуклидами при выполнении геодезических работ

Так, при проведении рекогносцировки и закладки пунктов планово-высотного обоснования производится выемка грунта с последующей его обратной засыпкой и утрамбовкой, что приводит в летний период года (особенно в засушливый) к пылеобразованию. В связи с этим необходимо предусматривать применение такой конструкции пункта, установка которого потребует минимальной работы с грунтом. Такой конструкцией может быть пункт № 143 или 162 [74].

Рассмотрим более детально состав и технологическую схему (рисунок 2.14) производства геодезических работ.



Рисунок 2.14 – Технологическая схема производства геодезических работ

1 **Рекогносцировка мест проведения геодезических работ.** Так как геодезические измерения будут выполняться в зоне строгого контроля радионуклидного загрязнения, то в этом случае должны решаться следующие задачи:

– выбора технологической схемы производства работ;

– с учетом данных по уровню загрязнения, с целью минимального его влияния на исполнителей, выбора мест закладки пунктов планово-высотного обоснования (ПВО);

– учета расположения к месторождению близкорасположенных испытательных скважин и штолен;

– выбора конструкции и способа закладки пунктов ПВО;

– учета особенностей рельефа местности, которые влияют на выбор технологической схемы производства работ (или возможное в дальнейшем ее изменение).

Рекогносцировка и обследование загрязненных земель при геодезических работах проводится для предоставления владельцам будущего участка рекомендации относительно вероятности и/или потенциального наличия загрязнения на участке и создания межевого плана. Обследование загрязненных земель позволит составить отчет о загрязненных землях с кратким изложением результатов и рекомендациями по смягчению последствий и/или мерам по восстановлению.

Существуют различные этапы обследования загрязненных земель. Первый этап заключается в проведении оценки местности. Это будет включать в себя получение и проверку информации о местонахождении в отношении потенциальных источников загрязнения. При выборе способа и технологии производства геодезических работ необходимо учитывать:

- природные и конкретные условия района работ;
- наличие ранее создаваемой геодезической основы;
- масштаб производства топографической съемки;
- требуемую точность определения площадей земельных участков;
- степень оснащенности геодезическими приборами и инструментами производства;
- затраты труда и средств.

Исполнитель перед началом производства работ должен ознакомиться с имеющимися данными радионуклидного загрязнения, чтобы определить потенциальные риски загрязнителей на участке выполнения измерений.

2 Разработка схемы и закладка пунктов планово-высотного обоснования.

При разработке схемы создания обоснования необходимо учитывать места проведения взрывов в штольнях и скважинах с целью исключения мест закладки пунктов на участках со значительным загрязнением.

При закладке пунктов необходимо руководствоваться данными радионуклидного загрязнения на поверхности земли, особенно в местах имеющих трещины и провалов. С целью минимизации соприкосновения с радионуклидами закладка пунктов должна производиться бурением, а при наличии скальных выходов – путем установки скальных марок или светоотражающих пленок. Тогда в последнем случае можно будет применять безотражательный способ измерения расстояний длиной до 350–400 м.

Также необходимо избегать закладку пунктов в местах, где проводились подземные испытания, так как и в настоящее время там происходит оседание земной поверхности. Одновременно должна быть обеспечена равномерность расположения пунктов, их необходимая плотность, а также конфигурация сети, которая будет удобна, например, при решении обратной линейно-угловой засечки. Также необходимо учитывать направление основной розы ветров, особенно при расположении пунктов обоснования вдоль технологических дорог.

При закладке пунктов обоснования необходимо применять способ, при котором будет минимальный подъем пыли. В этом случае пункты обоснования целесообразно закладывать бурением.

3 Разработка программы производства геодезических работ. Данная программа должна включать в себя:

- создание планово-высотного обоснования на территорию месторождения, а также на прилегающие земельные участки;
- производство топографической съемки;
- деформационный мониторинг близкорасположенных к месторождению воронок и провалов в районе боевых скважин, образовавшихся в результате проведенных ядерных взрывов;

- производство топографо-геодезических работ при геоэкологических исследованиях территории месторождения;
- разграничение территории месторождения с учетом степени ее загрязнения компонентами природной среды радионуклидами и проведение межевания прилегающих земель и транспортной инфраструктуры, по которой производится перевозка угля;
- разработка рекомендаций по уточнению кадастровой стоимости земельных участков, прилегающих к месторождению;
- создание для межевого плана каталога координат земельных участков и их границ с разными уровнями загрязнения;
- создание локальной ЗИС для оценки состояния территории месторождения и прилегающих земельных участков с целью мониторинга их кадастровой стоимости.

4 Создание планово-высотного обоснования. Создание обоснования может производиться спутниковыми и наземными технологиями как для чисто геодезических (маркшейдерских) целей, так и для целей кадастра. Так как согласно таблице 2.6 рекомендуемая нами СКО определения координат испытательной скважины должна быть не меньше 50,0 мм, то СКО определения положения пунктов обоснования не должна превышать 10,0–15,0 мм, что уверенно обеспечивается спутниковыми и наземными (способом полярных координат и обратной линейно-угловой засечкой) технологиями измерений. При выборе мест закладки пунктов обоснования необходимо стремиться к тому, чтобы была возможность как можно большего количества определения координат съемочных точек с одной станции установки тахеометра (если будут применяться наземные технологии). Также планово-высотное обоснование должно создаваться с таким расчетом, чтобы пункты сети располагались в местах с наименьшим уровнем загрязнения, а также на территории, где не проводились подземные ядерные взрывы.

5 Производство топографической съемки масштабов 1 : 500 и 1 : 2 000. Как правило, для целей кадастра топографические съемки не производятся. Однако,

с учетом наличия близкорасположенных к месторождению испытательных скважин и штолен, данный вид геодезических работ необходимо проводить. Целью таких работ является периодическое создание ЦМР в местах расположения испытательных скважин и штолен, так как вертикальное перемещение земной поверхности в этих местах достигает 2,0–3,9 м [65, 107, 108], что приводит к образованию трещин и выброса газов, загрязненных радионуклидами. Данные топографической съемки будут использоваться при создании прогнозно-оценочных геоэкологических карт. Изображение форм рельефа также позволит спрогнозировать:

- направление стока загрязненных радионуклидами талых вод в местах расположения испытательных скважин и штолен;
- распространение загрязнения угольной пылью, обусловленное деятельностью месторождения.

Для целей ведения регионального мониторинга могут составляться геоэкологические карты масштаба 1 : 5 000 и мельче. Также могут составляться тематические карты загрязнения окружающей среды: почвенные, водных объектов, растительности.

Непосредственно съемка может производиться спутниковыми и сканерными технологиями, тахеометрами и БПЛА.

6 Ведение деформационного мониторинга мест расположения испытательных скважин и штолен.

В связи с продолжающимися деформациями земной поверхности в местах расположения испытательных скважин и штолен, которые приводят к выбросу загрязненных газов и воды, необходимо периодически проводить определение изменения их планово-высотного положения. Результаты таких измерений позволят спрогнозировать изменения уровня локального загрязнения земельного участка и уточнить на данный момент его кадастровую стоимость.

Для ведения деформационного мониторинга необходимо установить:

- методику и объем выполнения измерений;
- точность и периодичность выполнения геодезических измерений;

– характер ограничений на пребывание исполнителей в местах, загрязненных радионуклидами.

7. Проведение межевания земель с учетом уровня их загрязнения (по данным глобального и регионального мониторинга) техногенными радионуклидами.

Межевание границ земельных участков должен включать в себя:

- межевание собственно границ участков;
- вынос в натуру границ с заданными (установленными) уровнями загрязнения;
- нанесение на межевой план мест расположения источников вторичного загрязнения;
- с учетом натурных данных исследований уровня загрязнения указывать на межевых планах прогнозное изменение границ этого загрязнения.

По итогам проведения межевания границ участков государственными органами устанавливается на данный период времени их кадастровая стоимость и режим использования при ведении хозяйственной деятельности (учитываются данные тематических карт).

2.6 Разработка схемы создания планово-высотного обоснования на территорию расположения испытательных скважин

Для координатного обеспечения территории расположения испытательных скважин необходимо создать планово-высотное обоснование, которое позволит решать следующие задачи:

- производство топографической съемки масштабов 1 : 500–1 : 5 000 в зависимости от целей ее назначения;
- выполнение деформационного мониторинга испытательных скважин и воронок оседания;
- 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 будут в дальнейшем влиять на методику выполнения измерений.

Как уже указывалось ранее планово-высотное обоснование необходимо создавать с таким расчетом, чтобы пункты планово-высотной сети располагались в местах:

- где не производились подземные ядерные взрывы;
- с минимально возможным уровнем радионуклидного загрязнения;
- где было бы удобно выполнять измерения с применением квадрокоптеров.

Первый фактор значительно влияет на стабильность положения заложенных пунктов сети из-за наличия пустот и воронок оседания.

При создании планово-высотного обоснования в общем случае необходимо стремиться к уменьшению числа его ступеней. Уменьшение числа ступеней геодезического обоснования приведет к существенному уменьшению влияния ошибок исходных данных, упрощению организации и стоимости проведения всего указанного выше комплекса геодезических работ.

Для реализации такого планово-высотного обоснования (таблица 2.8) необходимо:

- создать исходную планово-высотную основу на всю территорию площадки «Балапан», а также на прилегающие земельные участки, особенно расположенные в местах расположения испытательных скважин;
- для целей последующего деформационного мониторинга обеспечить СКО положения пунктов исходной плановой основы не должна превышать 7,0 мм, а высотной – 2,0 мм на 1 км нивелирного хода;
- для ведения деформационного мониторинга скважин обеспечить взаимное положение реперов локальной высотной сети сгущения с СКО не хуже 1,0 мм.

Таблица 2.8 – Схема создания планово-высотного геодезического обоснования

Вид геодезического обоснования и применяемые приборы	Назначение обоснования и применяемых приборов	Особенности закрепления
1 Сеть активных базовых станций или базовых станций на пунктах триангуляции, полигонометрии	Исходная основа для производства геодезических работ	1 Закрепление координатной системы на крышах административных зданий. 2 Использование сохранившихся пунктов триангуляции, полигонометрии. 3 Плотность пунктов геодезического обоснования – 1 пункт на 1,0–2,0 км ²
2 Сеть сгущения обратной линейно-угловой или полярной засечками	1 Производство топографической съемки. 2 Деформационный мониторинг боевых скважин и воронок. 3 Межевание загрязненных земельных участков	1 Закрепление координатной системы на крышах и стенах административных зданий, опорах ЛЭП и освещения. 2 Плотность пунктов сети сгущения – 1 пункт на 0,2– 0,5 км ²
3 Нивелирная сеть пунктов II и III классов	Деформационный мониторинг боевых скважин и воронок	1 Закрепление согласно требованиям нормативного документа [22]. 2 Закрепление светоотражающими пленками. 3 Плотность реперов – 1 репер на 0,2– 0,5 км ²
4 Спутниковые приемники, оптические и цифровые нивелиры, высокоточные тахеометры	1 Выполнение нивелирования по программе II класса [22]. 2 Геометрическое нивелирование короткими лучами. 3 Тригонометрическое нивелирование короткими лучами. 4 Всеобразное нивелирование	1 Осадочные марки. 2 Светоотражающие пленки. 3 Плотность марок (пленок) зависит от наблюдаемого объекта

Применительно к площадке «Балапан» [78] и расположенным на площадке испытательным скважинам (рисунок 2.15) нами предлагается схема обоснования, включающая в себя следующие геодезические построения:

- нивелирную сеть II класса;
- координаты реперов сети II класса дополнительно можно определять спутниковыми технологиями или прокладывать по ним полигонометрический ход с определением отметок тригонометрическим нивелированием короткими лучами;
- плановую сеть, созданную спутниковыми технологиями.

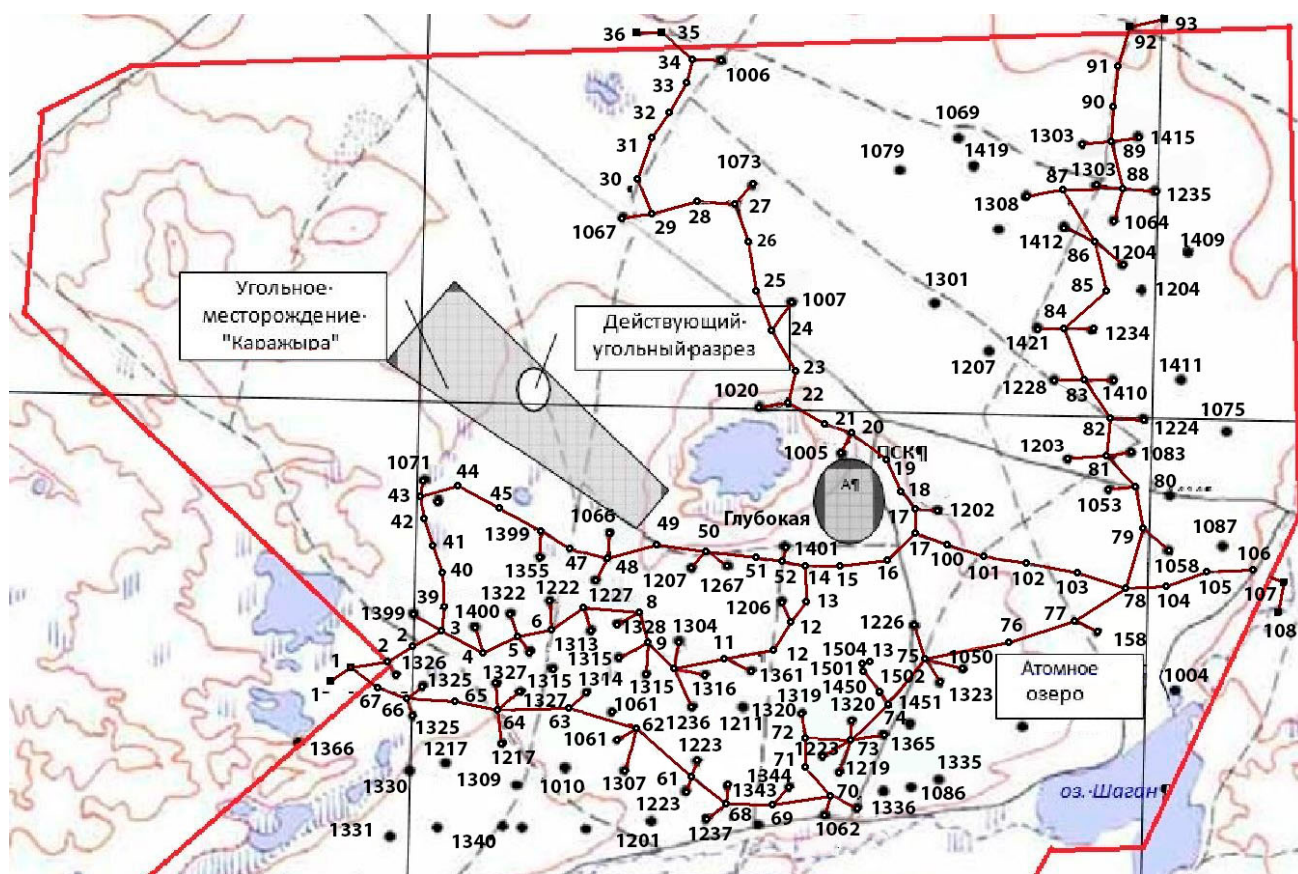
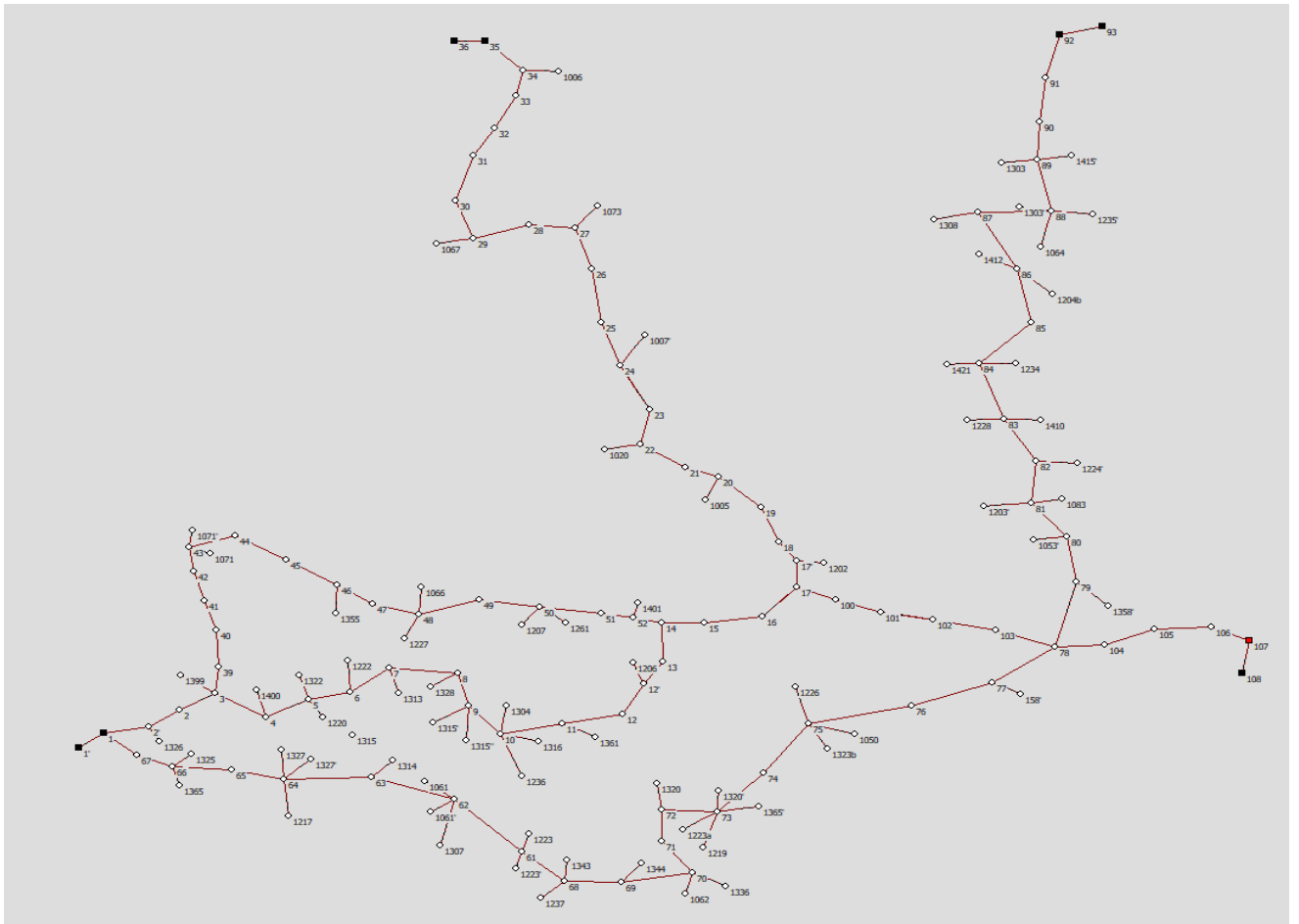


Рисунок 2.15 – Схема планово-высотного обоснования площадки «Балапан»

Схему нивелирных ходов II класса высотного геодинимического полигона целесообразно принять следующей (рисунок 2.16):

- создание между скважинами схемы нивелирных ходов II класса;
- репера нивелирных ходов должны располагаться между скважинами и закрепляться на расстоянии не менее чем 250–300 м (в местах, не подверженных влиянию оседания скважин) от них;
- расстояние между реперами целесообразно принять равным 1,0–1,5 км (с учетом количества скважин число реперов II класса должно быть значительно увеличено по сравнению с требованием нормативного документа [13]);
- увеличение числа реперов II класса позволит определять отметки точек в районе расположения скважин с одной или двух станций;
- закладку реперов необходимо производить бурением (с целью уменьшения влияния загрязнения пылью исполнителей) на глубину не менее 2,0 м;



С учетом количества скважин число реперов II класса должно быть значительно увеличено по сравнению с требованием нормативного документа [13]. Уве-

личение числа реперов позволит определять отметки точек в районе расположения скважин с одной или двух станций.

При этом исходной высотной основой мониторинга является локальная нивелирная сеть II класса (см. рисунок 2.16) площадки «Балапан», реперы которой располагаются между скважинами в местах, которые не были подвержены влиянию подземных взрывов. Эта локальная сеть привязывается к реперам государственной сети, которые располагаются вне этой площадки.

Такую сеть можно считать техногенным геодинамическим полигоном, с помощью которой, кроме ведения деформационного мониторинга мест расположения испытательных скважин, можно решать еще и следующие научно-технические задачи:

- инженерно-геодезические задачи, связанные с выполнением разбивочных и строительно-монтажных работ при возможном возведении в будущем на данной территории инженерных сооружений различного назначения;
- производство топографической съемки различных масштабов;
- координирование характерных точек земельных участков сельскохозяйственного назначения.

Принятие решения о создании такого геодинамического полигона зависит от принятия управленческих решений, которые могут зависеть от поставленных органами исполнительной власти РК конкретных задач, а также от возможного объема финансирования на данные работы.

2.7 Совершенствование методики деформационного мониторинга земной поверхности в районе испытательных скважин

Наблюдения за земной поверхностью в местах расположения на разных площадках боевых испытательных скважин, которые начались производиться с начала 1990-х гг., показали [46, 99, 107, 108], что и в настоящее время происходит ее перемещение (оседание или поднятие), так как после проведенных взрывов внутри образовались значительные полости и с течением времени происходит их разруше-

ние. В результате этого перемещения происходит выброс в атмосферу газов и воды, загрязненных радионуклидами, которые затем переносятся ветровыми потоками или талыми водами на прилегающие земельные участки. Тем самым происходит неоднократное повторное их загрязнение. О величинах такого загрязнения свидетельствует радиационная обстановка в районе испытательной скважины № 101 [93], расположенной на площадке «Сары-Узень». В работах [93, 107] указывается, что после проведения испытания ядерного устройства техногенные деформации земной поверхности проявляются, в основном, в виде ее выпучивания (до +3,9 м) и реже в виде провалов (до -21,0 м). При этом деформации земной поверхности происходили в радиусе от 500 до 1 500 м. Вследствие таких провалов образовывались воронки диаметром до 100–250 м.

Так как ближайшие от границ земельного отвода месторождения «Каражыра» «боевые» скважины расположены на расстоянии от 0,4 до 6,0 км, то в настоящее время происходит непрерывное загрязнение как месторождения, так и прилегающих к нему территорий. Поэтому для ведения мониторинга состояния этих скважин наряду с определением уровня их радионуклидного загрязнения также необходимо производить геодезические измерения. Частично такие измерения проводились для отдельных скважин [93, 107]. Методика таких измерений заключалась в производстве высокоточного геометрического нивелирования II класса по осадочным маркам, заложенным на дне воронки (если отсутствует вода) и за ее пределами. Измерения выполняются в локальной системе высот относительно одного исходного репера, заложенного на расстоянии 200–250 м от центра воронки. При выполнении нивелирования длина визирного луча не превышала 20,0 м.

В настоящее время деформационный мониторинг земной поверхности в районах расположения испытательных скважин производится в локальной системе высот [107, 108]. Вместе с тем, авторы этих работ предлагают выполнять нивелирование и представлять полученные результаты в Балтийской системе высот. В связи с этим встает вопрос о создании в районах расположения испытательных скважин геодинамических полигонов. В этом случае технологическая схема производства

работ должна учитывать рассмотренные выше особые условия выполнения нивелирования, основным из которых является обеспечение минимального влияния на исполнителей радионуклидного загрязнения территорий в местах производства работ. В первую очередь такой геодинамический полигон нами предлагается создать на испытательной площадке «Балапан», так как, согласно закону Республики Казахстан № 1787 [55] и рисунку 2.1, данная территория является зоной чрезвычайного радиационного риска и в соответствующих документах, включая межевые планы, данный факт должен быть отражен.

При выполнении нивелирования II класса, с целью соблюдения требований нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности, проводятся мероприятия по радиологическому сопровождению работ, которые включают в себя [107, 108]:

- контроль мощности дозы облучения на месте выполнения геодезических измерений;
- контроль уровня индивидуальной дозы облучения исполнителей за время выполнения измерений;
- радиометрический контроль производства работ, включающий в себя и контроль загрязнения оборудования, используемого при выполнении измерений;
- после выполнения измерений дезактивация оборудования и средств индивидуальной защиты.

Достоинством данной методики определения деформационного состояния земной поверхности вокруг испытательных скважин геометрическим нивелированием II класса является обеспечение высокой точности измерений. Недостатком ее является необходимость присутствия исполнителей при выполнении нивелирования в местах с повышенным уровнем загрязнения. Кроме того, учитывая величины деформаций земной поверхности вокруг испытательных скважин, данная точность нивелирования завышена. В связи с этим деформационное состояние земной поверхности вокруг испытательных скважин можно определять с точностью нивелирования III класса.

В связи с этим с целью значительного уменьшения дозы облучения исполнителей при выполнении нивелирных работ нами предлагается производить деформационный мониторинг земной поверхности вокруг испытательных скважин сочетанием геометрического и высокоточного тригонометрического нивелирования. Выполненные исследования показали [8, 45, 79], что при использовании высокоточных тахеометров уверенно можно получить СКО измерения превышения на станции порядка 0,30–0,50 мм в зависимости от расстояний до визирных целей.

С учетом сказанного технологическая схема определения деформационного состояния земной поверхности в районе испытательных скважин должна включать в себя:

- схему размещения реперов (осадочных марок) на всех скважинах, расположенных на территории площадки «Балапан»;
- конструкцию реперов (осадочных марок), которые будут закладываться по линиям нивелирования и вокруг испытательных скважин;
- разработку методики выполнения нивелирования.

Схема размещения реперов должна производиться вдоль линий нивелирования, между испытательными скважинами. Нивелирные ходы II класса должны прокладываться между реперами согласно требованиям инструкции [13].

При выборе мест закрепления реперов необходимо стремиться к тому, чтобы было удобно и с минимальной затратой времени передавать отметку в район расположения скважин.

Конструкция реперов, которые будут закладываться по линиям нивелирования, должна соответствовать требованиям инструкции. Вместе с тем, как уже указывалось выше, вокруг испытательных скважин необходимо закладывать реперы (марки), которые, наряду с геометрическим нивелированием, позволят выполнять тригонометрическое нивелирование путем измерения расстояний в безотражательном режиме.

Также на расстоянии 200–250 м от центра воронки закладывается репер, верхняя часть которого выступает над земной поверхностью на 10–15 см, и на верхней

его части закрепляется светоотражающая пленка размером не меньше, чем 50×50 мм. Такие же реперы (осадочные марки) закладываются и вокруг скважины. После этого выполняется тригонометрическое нивелирование из середины. При этом измерение выполняется в безотражательном режиме визированием на светоотражающую пленку.

Так как расстояние между скважинами в среднем равно 1,5–3,0 км, то их можно представлять отдельными секциями в нивелирных ходах. В связи с тем, что хозяйственная деятельность на площадке пока незначительна, то, с целью увеличения продвига работ, а, следовательно, и уменьшения эффективной эквивалентной дозы облучения на исполнителей, целесообразно намечать на местности металлическими штырями места установок нивелира (тахеометра) и реек. В этом случае при выполнении очередного цикла работ будет значительно быстрее выбирать место установки нивелира и реек, а также выполнять измерения на станции, что приведет к меньшему влиянию загрязнения на исполнителей.

Применительно к условиям выполнения измерений важным моментом является выбор способа нивелирования грунтовых реперов. При отсутствии загрязнения в районе установки грунтовых реперов или минимальном его значении (здесь имеется ввиду 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) 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 нами предлагается производить деформационный мониторинг земной поверхности (воронок) вокруг испытательных скважин высокоточным тригонометрическим нивелированием.

В общем случае для ведения деформационного мониторинга состояния скважин и земной поверхности в районе их расположения предлагаются схемы высотного определения их положения с применением:

- геометрического нивелирования II и III классов;
- тригонометрического нивелирования короткими лучами;
- сочетанием геометрического и тригонометрического нивелирования;
- всеорообразного тригонометрического нивелирования.

В этом случае методика нивелирования может быть и комбинированной, и она будет включать в себя применение:

- геометрическое нивелирование по реперам при выполнении измерений превышений между скважинами;
- тригонометрическое и всеорообразное нивелирование при выполнении измерений от реперов II класса и до расположения скважин.

Применяемая методика выполнения нивелирования должна учитывать возможный уровень радионуклидного загрязнения на разных участках линии нивелирования. Поэтому с целью исключения нахождения речника в районе испытательных скважин тригонометрическое нивелирование необходимо выполнять путем измерения расстояния в безотражательном режиме. Для этого также на расстоянии 200–250 м от центра воронки закладываются реперы, верхняя часть которых выступает над земной поверхностью на 30–50 см, и на верхней их части закрепляется светоотражающая пленка. После этого выполняется тригонометрическое нивелирование из середины с визированием на светоотражающую пленку.

Например, отметка скважины № 8 (рисунок 2.17) определяется тригонометрическим нивелированием относительно репера R_{11} с точки T_1 , а для контроля измерения можно выполнить с точки T_2 .

С точек установки тахеометра нивелирование должно выполняться таким образом, чтобы были включены все близко расположенные испытательные скважины, а также территория вокруг них (вокруг воронки).

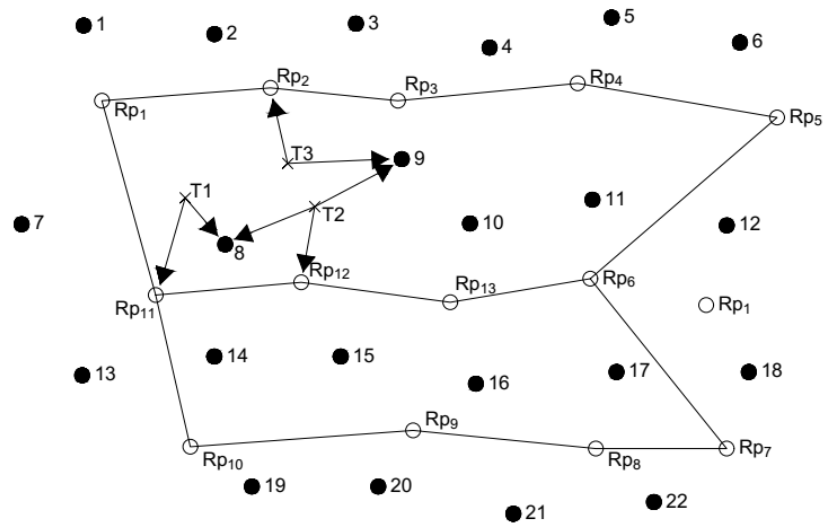


Рисунок 2.17 – Фрагмент схемы выполнения нивелирования
в районе расположения испытательных скважин

Так как вокруг бровки скважины находится 3–4 грунтовых репера, то для передачи отметки непосредственно к скважине можно выполнить висячим ходом, а нивелирование грунтовых реперов произвести веерообразным тригонометрическим нивелированием короткими лучами (рисунок 2.18). Для этого перед началом измерений определяется и исправляется до 2,0–3,0" значение места нуля, а сами измерения выполняются при двух кругах.

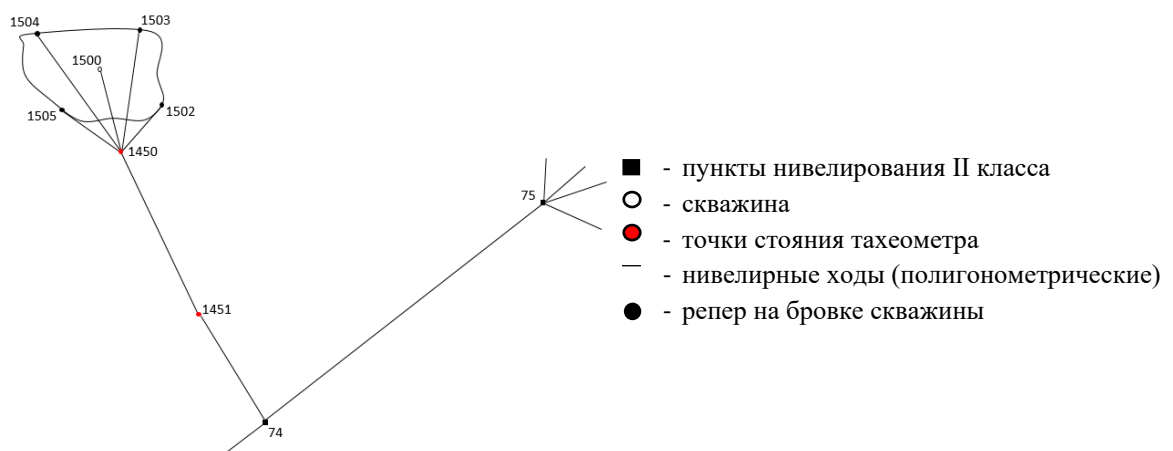


Рисунок 2.18 – Схема висячего хода и тригонометрического веерообразного
нивелирования

При выполнении нивелирования в защитных костюмах, то и при значительном уровне загрязнения в районе скважин можно применять геометрическое нивелирование.

Если же в районе расположения скважин происходят периодические выбросы газов или выход подземных вод с повышенным уровнем загрязнения, то определение деформационного состояния производится в два этапа:

- нивелирование земной поверхности только в районе расположения скважин;
- привязка превышений к реперам, расположенным по линиям нивелирования между скважинами.

В данном случае нами рекомендуется выполнять нивелирование в периоды минимального влияния пыль и дыма: март-апрель и октябрь-ноябрь.

2.8 Методика создания планово-высотной геодезической сети на площадке расположения скважин

Необходимость создания планово-высотной геодезической сети на площадке «Балапан» и прилегающей к ней территории обусловлена решением (кроме деформационного мониторинга) хозяйственных задач, указанных в 2.6. При ее создании также необходимо учитывать рассмотренные выше условия выполнения геодезических измерений.

Создание такой сети можно производить следующими двумя способами.

При реализации первого способа на территории скважин развивается нивелирная сеть II класса (см. рисунок 2.8). Затем по реперам II класса прокладывается полигонометрический ход. При его прокладывании необходимо дополнительно определять отметки реперов II класса из тригонометрического нивелирования короткими лучами. Дополнительное определение отметок реперов II класса производится для контроля их положения. В результате выполнения тригонометрического нивелирования будут получены отметки реперов с точностью нивелирования III и IV классов [8, 45, 79]. В целом ряде случаев такой точности будет достаточно, например, при мониторинге скважин, на которых происходят значительные перемещения, или для строительства на данной территории инженерных сооружений.

Методика реализации первого способа заключается в следующем. Над нанесенным перекрестьем на головке репера центрируется высокоточный тахеометр, обеспечивающий измерение горизонтальных углов и углов наклона, а также расстояний со СКО, соответственно, $m_\beta = m_\alpha = 1,0 - 2,0''$ и $m_s = 2,0$ мм. После этого производится измерение расстояния и двумя приемами измерение горизонтальных углов и углов наклона (по трехштативной системе с центрированием над перекрестьем костылей). Для повышения точности измерений визирование производится на два миниотражателя одинаковой высоты, также установленные на перекрестье смежных реперов (принудительное центрирование).

Для повышения точности измерений превышений (отметок реперов) количество станций между реперами необходимо делать четным (исключается остаточная разность высот миниотражателей), а углы наклона, как и горизонтальные углы, измерять при благоприятных внешних условиях.

Так как расстояние между реперами нами рекомендуется устанавливать 1,0–1,5 км, то в этом случае длины сторон хода будут находиться в пределах 0,5–0,8 км. Для уменьшения длин сторон до 100–150 м необходимо между реперами II класса делать переходные точки (временные реперы) в виде костылей и также с нанесенными перекрестьями. Например, при расстоянии между реперами II класса до 1,5 км число таких переходных точек будет четыре-пять. Для их поочередного закрепления потребуется три костыля.

При реализации второго способа определение плановых координат реперов II класса производится спутниковыми технологиями согласно требованиями нормативного документа [14]. Для этого сначала производится построение опорной сети (рисунок 2.19), а затем определяются координаты реперов нивелирного хода.

При определении координат реперов II класса наконечник штанги приемника устанавливается в перекрестье репера после чего производится измерение. В этом случае отметки реперов будет получена из нивелирования II класса, а плановые координаты из спутниковых определений.

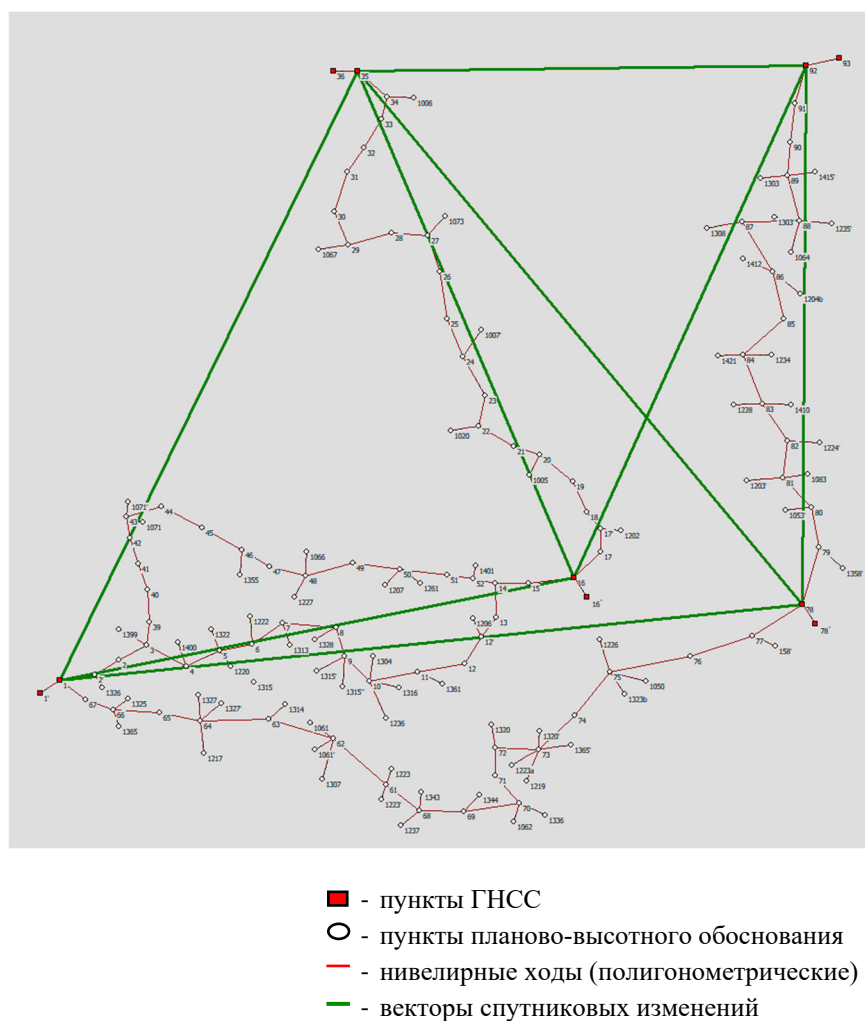


Рисунок 2.19 – Схема построения сети спутниковыми технологиями

Необходимо отметить, что в настоящее время на угольном месторождении «Каражыра» существует плановая сеть, которая включает в себя дополнительно и отвалы вскрышных пород (рисунок 2.20). В этой сети пункты Тумсык, 0811, 1, 4, ОМС-5 являются исходной плановой основой и определяются спутниковыми технологиями с СКО порядка 6,0–7,0 мм [96].

По мере необходимости производится дальнейшее сгущение сети также спутниковыми или наземными технологиями с таким расчетом, чтобы обоснованием было охвачено все месторождение, включая отвалы вскрышных пород. Данное сгущение необходимо для определения объема вскрышных пород. На деформационную составляющую земной поверхности отвалы вскрышных пород влияния практически не оказывают.



Рисунок 2.20 – Схема существующей сети на месторождении и отвалах
вскрышных пород

По результатам очередного проведенного деформационного и радиоэкологического мониторинга уровня загрязнения, уточняется уровень загрязнения на данный момент времени, а также прогноз изменения этого уровня. В свою очередь при прогнозировании изменения уровня загрязнения также должно учитываться деформационное состояние данной территории. В первую очередь это относится к скважинам, расположенным непосредственно вблизи с промышленными объектами, например, угольным месторождением, так как здесь постоянно находится значительное количество людей.

2.9 Расчет точности определения положения пунктов высотного и планово-высотного геодинамического полигонов

Рассмотрим теперь вопрос установления необходимой точности выполнения нивелирования. При выполнении расчета будем принимать во внимание следующие факты [24, 26]:

- грунтовые реперы в количестве 4–5 штук закладываются по контуру воронок скважин (диаметр воронок равняется 10–250 м) и на расстоянии 20–50 м от них;
- перемещение земной поверхности в районе скважин составляет от 4,0–5,0 мм до нескольких дециметров;
- скорость перемещения земной поверхности в районе скважин различная [65, 93, 108];
- не все скважины являются источниками выхода значительного количества газов наружу.

С учетом этого нами предлагается следующий подход к обоснованию точности нивелирования:

- для скважин, имеющих минимальный уровень загрязнения и выход газов и величину деформации прилегающей земной поверхности в пределах 5–10 мм, СКО определения высотных отметок грунтовых реперов на воронках может соответствовать точности нивелирования III класса;
- для скважин, имеющих значительный уровень загрязнения и выход газов и величину деформации прилегающей земной поверхности более 10–20 мм, СКО определения высотных отметок грунтовых реперов на воронках может соответствовать точности нивелирования III или IV классов, а также всеообразное тригонометрическое.

Рассчитаем теперь параметры тригонометрического нивелирования с целью обеспечения заявленной точности измерений.

Превышение h между двумя марками находится по известной формуле

$$h = h_{\Pi} - h_3 = S_{\Pi} \sin \alpha_{\Pi} - S_3 \sin \alpha_3, \quad (2.2)$$

где h_{Π} и h_3 – превышения, соответственно, между осью вращения зрительной трубы и передней и задней светоотражающими пленками.

Так как измеряемое превышение на станции вычисляется по формуле

$$H = -(S_3 \sin \alpha_3 - S_{\Pi} \sin \alpha_{\Pi}) = S_{\Pi} \sin \alpha_{\Pi} - S_3 \sin \alpha_3, \quad (2.3)$$

то величина ошибки измерения превышения, с учетом влияния основных источников ошибок, будет равна:

$$m_h = \sqrt{m_S^2 \sin^2 \alpha + \frac{m_\alpha^2}{p^2} S^2 \cos^2 \alpha + m_p^2 + m_{\text{виз}}^2 + m_{\text{вн}}^2 + m_{\text{шт}}^2}, \quad (2.4)$$

где m_S – СКО измерения наклонного расстояния;

m_α – СКО измерения угла наклона;

m_p – ошибка, обусловленная наклоном светоотражающей пленки;

$m_{\text{виз}}$ – величина ошибки визирования;

$m_{\text{вн}}$ – ошибка, вызванная влиянием внешних условий (рефракции);

$m_{\text{шт}}$ – ошибка, вызванная возможным вертикальным перемещением системы «штатив – тахеометр».

Так как наклон светоотражающей пленки будет постоянный в каждом цикле измерений, то влияние данной ошибки исключается.

При угле наклона не более $\alpha = 2-3^\circ$ влияние первого члена в формуле (2.4) будет незначительным. Тогда, принимая $m_\alpha = 2,0''$, $S = 100$ м, $m_S = 3,0$ мм при одном приеме измерений будем иметь $m_h = 0,50$ мм. Если измерения выполнять двумя приемами, то получим $m_h = 0,43$ мм.

Для всеобщего нивелирования при $m_\alpha = 2,0''$, $S = 200$ м, $m_S = 3,0$ мм при одном приеме измерений будем иметь ошибку порядка $m_h = 2,00$ мм.

Данной точности измерения превышения достаточно для определения деформаций земной поверхности, так как ее оседание (провалы) может достигать нескольких дециметров.

Достоинством данной методики является тот факт, что при ее использовании нет необходимости в присутствии помощника с отражателем непосредственно в

районе расположения скважины. Кроме того, с одной установки тахеометра можно выполнить нивелирование всех марок, заложенных вокруг скважины.

В таблице 2.9 приведены требования к применяемым тахеометрам.

Таблица 2.9 – Требования, предъявляемые к тахеометрам
для выполнения нивелирования (III класса и веерообразного)

Технические параметры	Значение
Увеличение зрительной трубы, не менее	30 ^x
Ошибка компенсации наклона вертикального круга, не более	1,0"
СКО измерения угла наклона, не более	2,0"
СКО измерения расстояния, не более: – на призмный отражатель – на отражательную пленку	2 мм + 2 мм/км 3 мм + 2 мм/км

В таблице 2.10 приведены требования к методике выполнения тригонометрического нивелирования III и IV классов и веерообразного

Таблица 2.10 – Требования, предъявляемые к методике выполнения
тригонометрического нивелирования III и IV классов и веерообразного

Параметр нивелирования	Значения	Значения
	III и IV классы	Веерообразное
Максимальная длина плеч при визировании: – на пленочный отражатель 50×50 мм – на призмный отражатель	150/200 200/250	150 250
Допуск на неравенство плеч на станции, м	10/20	-
Допуск на накопление неравенства плеч по секции, м	5,0/10,0	-
Число приемов на станции, не менее: – при длине луча до 100 м – при длине луча до 200 м – при длине луча до 250 м	1/1 2/2 -	1 1 2
Минимальная высота визирования, м	0,5/0,3	-
Допустимая невязка или расхождение между превышениями из прямого и обратного хода	10 мм $\sqrt{L_{\text{км}}}$ / 20 мм $\sqrt{L_{\text{км}}}$	20 мм $\sqrt{L_{\text{км}}}$

С учетом возможности выполнения нивелирования III или IV класса тригонометрическим способом был выполнен предрасчет величин СКО для всей нивелирной сети (рисунок 2.21) на территории расположения скважин, а также построена поверхность ошибок нивелирования в изолиниях (рисунок 2.22) и в 3D-формате (рисунок 2.23).

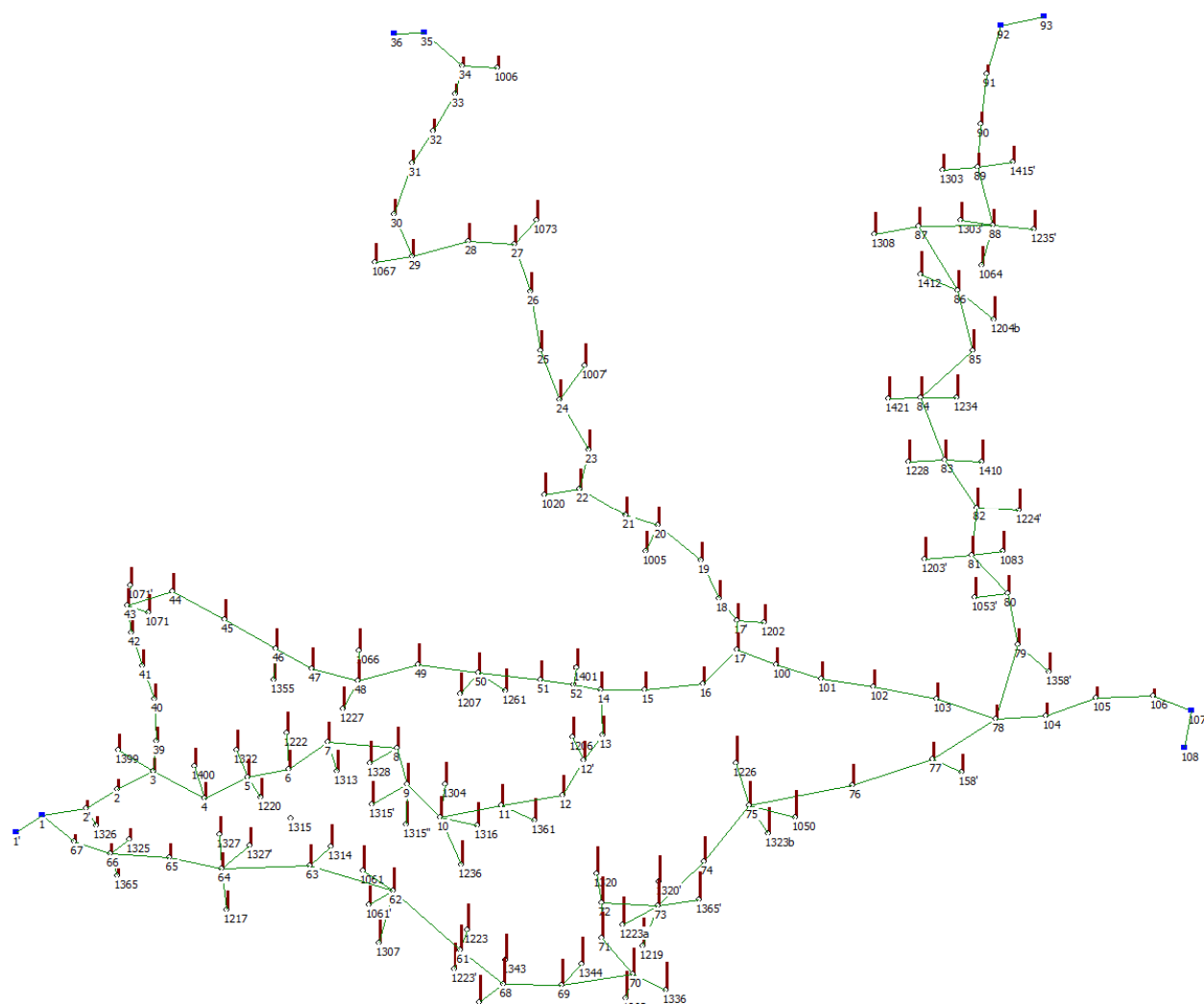
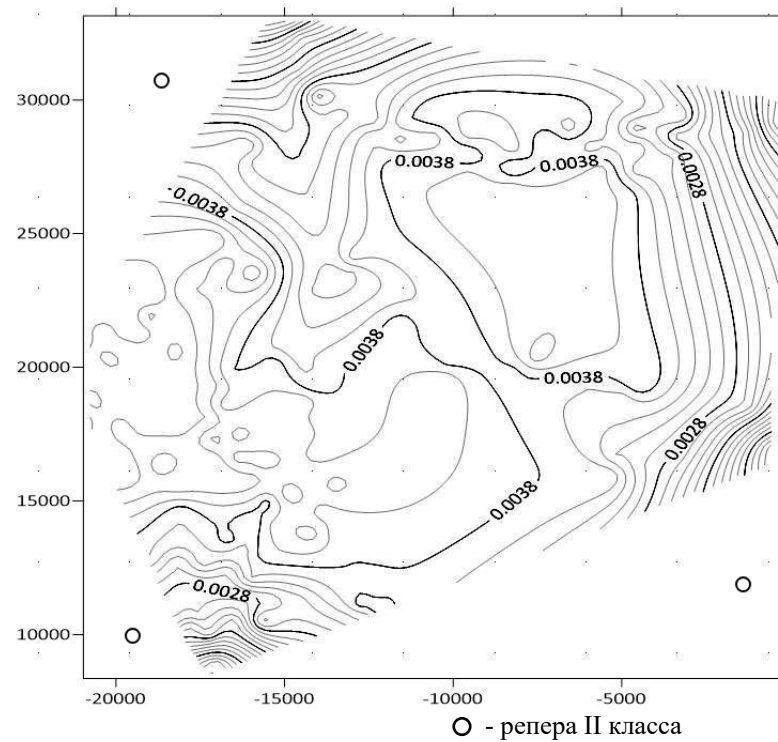
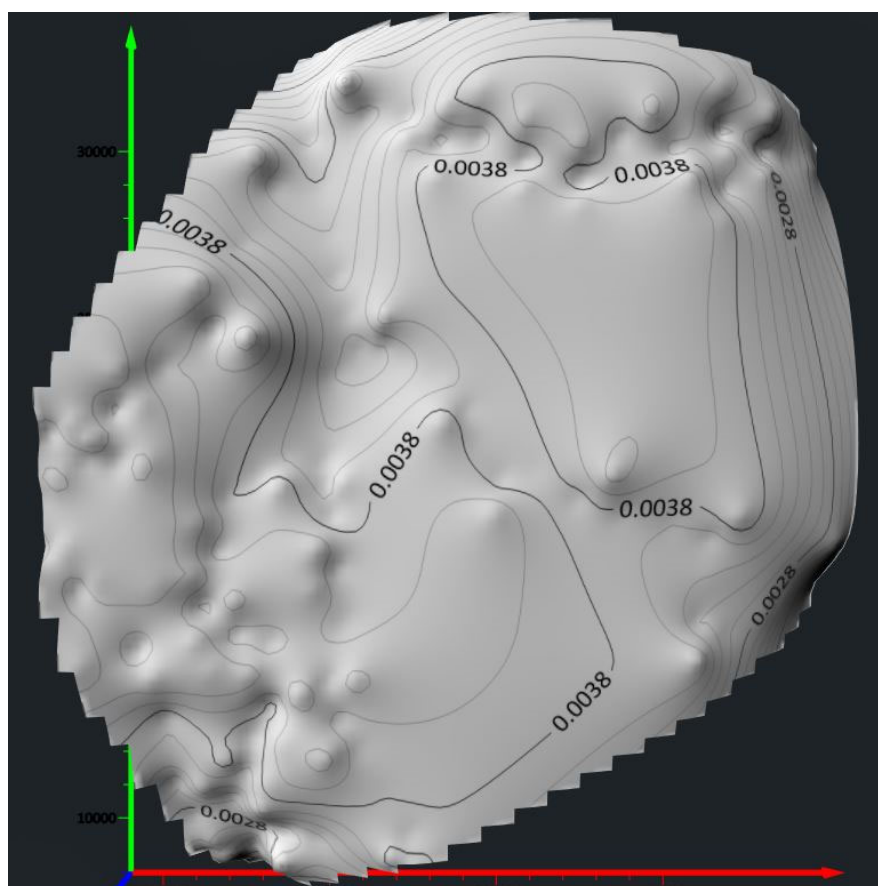


Рисунок 2.21 – Значения СКО высотного положения пунктов из тригонометрического нивелирования

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



а)



б)

Рисунок 2.22 – Поверхность ошибок отметок в изолиниях

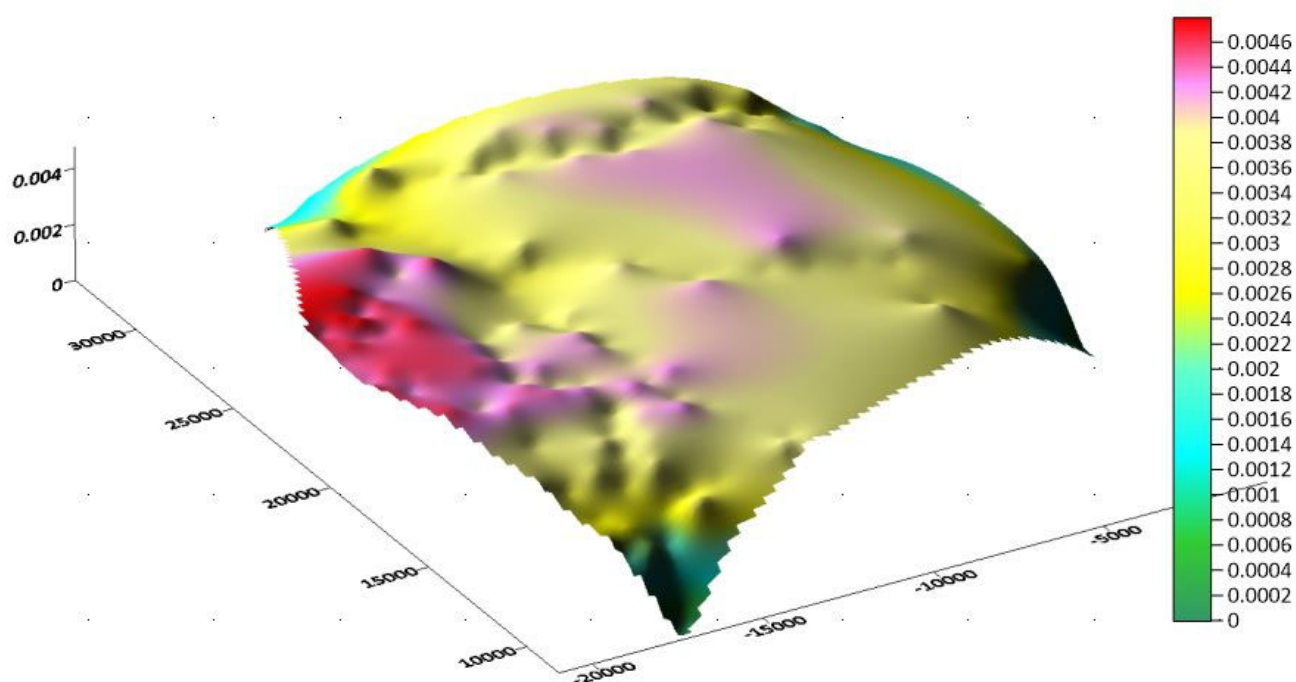


Рисунок 2.23 – Поверхность ошибок отметок поверхности в 3D формате

В результате выполненного расчета величин СКО определения плановых координат из результатов прокладывания полигонометрического хода оказалось, что они не превышают 15,0 мм (рисунок 2.24), а из результатов спутниковых измерений (таблица 2.11) не более 20,0 мм (рисунок 2.25).

Таблица 2.11 – Величины СКО из спутниковых определений

Нач.точка	Кон.точка	ΔX (м)	ΔY (м)	ΔZ (м)	m_x (м)	m_y (м)	m_z (м)
1	35	16525.423	8073.076	0.000	0.020	0.020	0.020
35	92	143.297	12154.290	0.000	0.020	0.020	0.020
1	16	2781.330	13942.760	0.063	0.020	0.020	0.020
35	16	-13744.093	5869.684	0.063	0.020	0.020	0.020
92	16	-13887.390	-6284.606	0.063	0.020	0.020	0.020
92	78	-14630.987	-105.868	0.000	0.020	0.020	0.020
35	78	-14487.690	12048.422	0.000	0.020	0.020	0.020
1	78	2037.733	20121.498	0.000	0.020	0.020	0.020

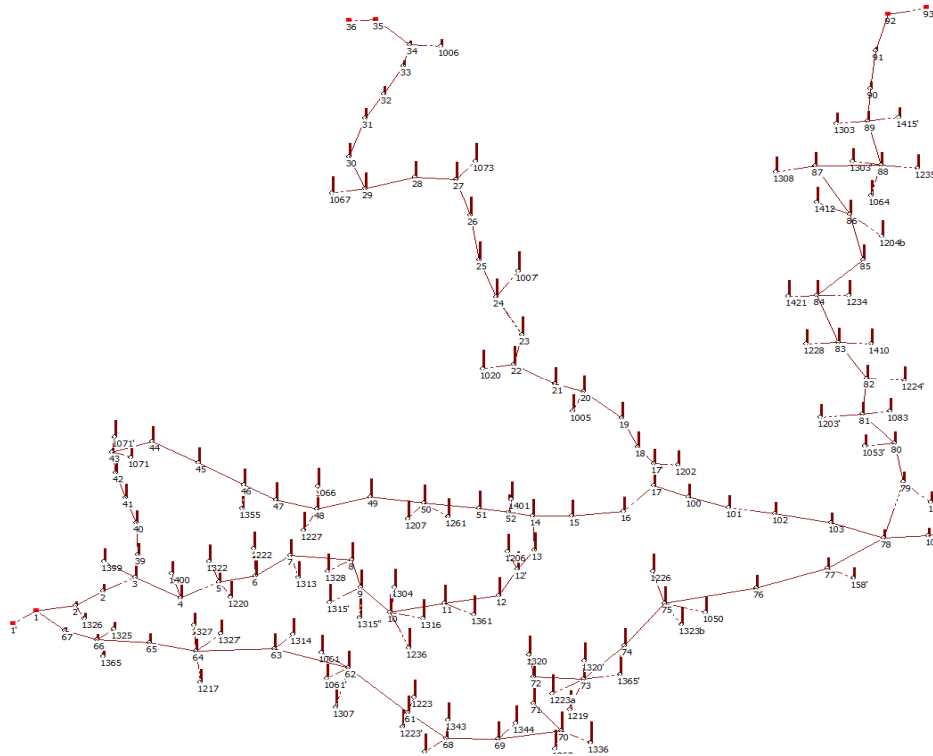


Рисунок 2.24 – Значения СКО планового положения пунктов
полигонометрического хода

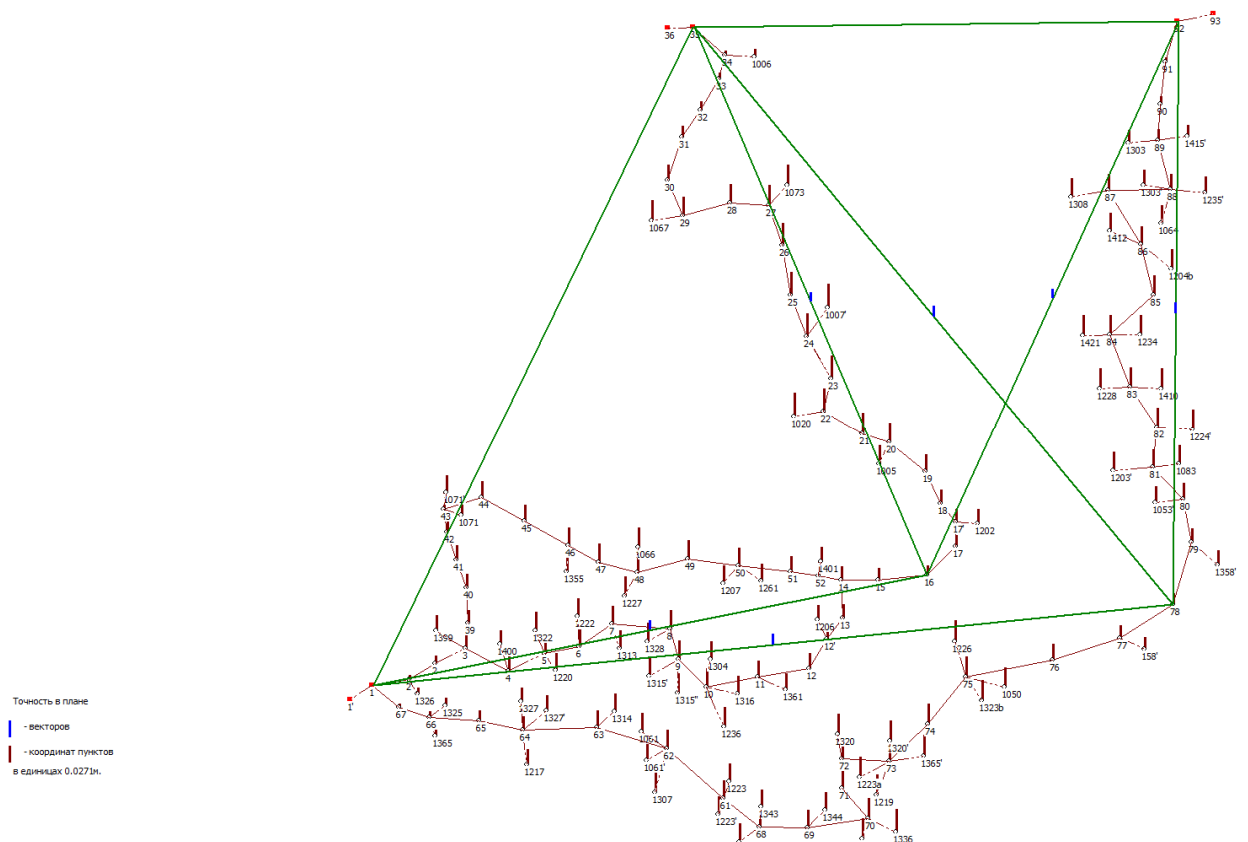


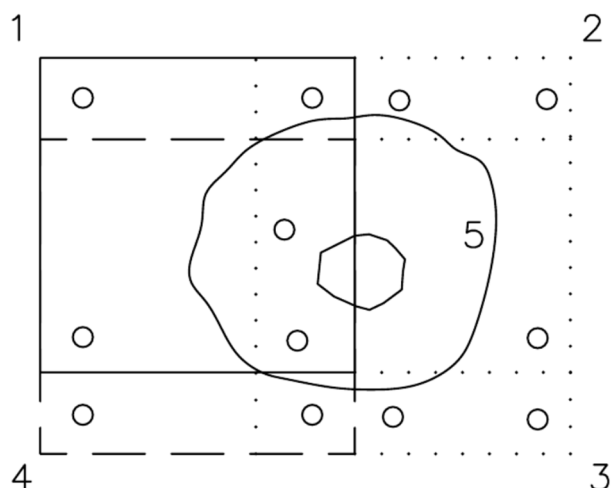
Рисунок 2.25 – Значения СКО определения плановых координат реперов II класса
из спутниковых наблюдений

Таким образом, предлагаемые схемы создания обоснования для определения деформационного состояния территории испытательных скважин отвечают необходимым требованиям.

Отдельной методикой определения деформационного состояния скважин и территории вокруг них является применение БПЛА, которые в дистанционном режиме (с расстояния до 3–4 км) могут выполнить съемку. 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 (рисунок 2.26) закладываются хорошо видимые опознаки (белые тарелочки диаметром 15–20 см) в количестве 18–20 штук (по 4–5 опознака на один снимок);
- количество опознаков регламентируется нормативным документом [16];
- если имеется возможность закладки и обеспечение последующей сохранности, то целесообразно такую же закладку сделать и на поверхности воронки;
- производится определение их координат наземными или спутниковыми технологиями;
- составляется план залета БПЛА и он производится с соответствующим продольным и поперечным перекрытием в благоприятную погоду (в основном без ветра и дождя) на высоте 80–100 м;
- снимаемая площадь должна быть больше площади воронки;
- производится камеральная обработка результатов съемки с устранением искажений.

Для производства таких измерений необходим БПЛА, снабженный камерой с хорошим разрешением (таблица 2.12) и спутниковым приемником для определения координат точек съемки.



1 – снимок; 2 – снимок; 3 – опознаки; 4 – воронка; 5 – бровка воронки

Рисунок 2.26 – Схема размещения опознавательных знаков в районе скважины

Таблица 2.12 – Технические характеристики БПЛА

Характеристики DJI Phantom IV pro:

Матрица	1'' CMOS Число эффективных пикселей: 20 млн
Объектив	Угол обзора 84°, 24 мм (эквивалент формата 35 мм), f/2.8 - f/11, автофокус 1 м - ∞
Диапазон ISO	Видео: 100–3200 (режим авто) 100–6400 (ручной режим) Фото: 100–3200 (режим авто) 100–12800 (ручной режим)
Скорость механического затвора	8–1/2000 с
Скорость электронного затвора	8–1/8000 с
Максимальный размер изображения	Соотношение сторон 3:2 5472 × 3648 Соотношение сторон 4:3 4864 × 3648 Соотношение сторон 16:9 5472 × 3078
PIV-изображение	4096×2160(4096×2160 24/25/30/48/50p) 3840×2160(3840×2160 24/25/30/48/50/60p) 2720×1530(2720×1530 24/25/30/48/50/60p) 1920×1080(1920×1080 24/25/30/48/50/60/120p) 1280×720(1280×720 24/25/30/48/50/60/120p)
Режимы фотосъемки	Покадровая Серийная съемка RAW: 3/5/7/10/14/ кадров Автоматическая экспокоррекция (АЕВ): 0.7EV с шагом 3/5 ступени Интервальная: 2/3/5/7/10/15/30/60 с

Исследования и производственные работы показывают, что СКО определения координат четких контуров земной поверхности с помощью БПЛА составляет 30–50 мм. Такой точности достаточно для мониторинга скважин (штолен), деформация которых превышает 100–150 мм.

Наибольшую сложность в применении данной методики представляет определение мест закладки опознаков, так как в районе расположения скважин (воронок) значительно повышен уровень загрязнения. В связи с этим закладку опознаков и определение их координат необходимо будет делать в защитной одежде. Также необходимо будет принять меры по обеспечению сохранности опознаков. В некоторых случаях закладку невозможно провести непосредственно по центру скважины, так как она бывает залита водой.

Согласно требованиям нормативного документа продольное перекрытие должно быть не менее 80 %, а поперечное не менее 30 %. Учитывая, что диаметр воронок находится в пределах от 10 до 200 м, в большинстве случаев для них понадобится от 4 до 9 снимков.

Перед началом производства съемки необходимо проверить загрязнение в районе расположения скважины и в зависимости от его уровня принимать решение о местонахождении исполнителей, которые будут управлять БПЛА. При минимальном загрязнении исполнитель может находиться вблизи скважины (воронки). Если уровень загрязнения будет повышенным, то управлять БПЛА необходимо, находясь на безопасном расстоянии.

Для повышения точности и достоверности результатов измерений необходимо сделать два-три залета. После выполнения измерений применяемое оборудование необходимо проверить на загрязнение.

В процессе камеральной обработки строится 3D-модель скважины (воронки) с определением координат характерных точек и после сравнения их с предыдущими измерениями делается заключение о деформационном ее состоянии.

3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОТОБРАЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РАЗРЕШЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

3.1 Обоснование периодичности определения границ загрязненных земельных участков

В 2.4 была приведена цикличность выполнения геодезических измерений для определения деформационного состояния испытательных скважин. Так как земельные участки различного назначения, сельскохозяйственного и промышленного, располагаются в непосредственной близости к испытательным скважинам, то важными являются следующие вопросы:

- периодичность проведения определения границ земельных участков с учетом радионуклидного загрязнения;
- периодичность установления (корректировки) кадастровой стоимости земельных участков с учетом изменения уровня их загрязнения;
- обработка полученных результатов и форму их представления заинтересованным организациям, включая кадастровые организации.

Цикличность выполнения измерений должна зависеть от существующего уровня загрязнения, а также от его изменения (вторичного). При назначении цикличности измерений будем руководствоваться Законом РК [55] о зонах радиационного риска. Это обусловлено следующим фактором. При большем уровне загрязнения значительно увеличивается и уровень вторичного загрязнения, а также его площадь. В связи с этим требуется увеличение цикличности выполнения измерений с целью:

- определения фактического на данный момент времени уровня загрязнения земельных участков;
- определения новых границ загрязнения вследствие вторичного переноса радионуклидов;
- установления новой кадастровой стоимости этих земельных участков.

При этом предполагается, что одновременно или с некоторым лагом будут проводиться и радиоэкологические исследования данных территорий.

В зоне чрезвычайного радиационного риска (таблица 3.1) предлагается выполнять нивелирование два раза в год – весной и осенью. Это обусловлено тем, что весной загрязнение разносится талыми водами, а осенью оно может увеличиться вследствие степных пожаров. Исходя из фактического уровня загрязнения можно планировать характер ведения сельскохозяйственных работ.

Таблица 3.1 – Цикличность выполнения геодезических измерений и кадастровой оценки

Зоны радиационного риска	Цикличность выполнения измерений и кадастровой оценки
Чрезвычайного радиационного риска	2 цикла в год (весна, осень)
Максимального радиационного риска	1 цикл в год (осень)
Повышенного радиационного риска	1 цикл (осень)
Минимального радиационного риска	1 цикл в 3 года
Территория с льготным социально-экономическим статусом.	1 цикл в 3 года

В зоне максимального и повышенного радиационного риска измерения предлагается выполнять один раз в год и осенью.

В зоне минимального риска и с льготным социально-экономическим статусом измерения предлагается выполнять один раз в три года.

Установление (изменение) кадастровой стоимости земельных участков производится в зависимости от их назначения.

Если по данным радиоэкологических исследований не происходит повышение уровня загрязнения в районе расположения скважин, то нивелирование и определение координат земельных участков с измененным уровнем загрязнения не производится, в кадастровых планах изменения не вносятся, и кадастровая цена земельного участка не изменяется (без учета других факторов).

При понижении уровня загрязнения нивелирование также не производится, но в кадастровых планах изменения вносятся, и кадастровая цена земельного участка может изменяться (без учета других факторов).

Очевидно, что в данном случае установление режима использования близлежащих земельных участков и их кадастровой стоимости должно производиться в обязательном порядке, и при этом могут возникнуть следующие варианты:

- вследствие незначительных выбросов газа и выхода подземных вод режим использования близлежащих 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.

Применительно к угольному месторождению детальному радиационному мониторингу для целей составления межевого плана необходимо подвергать (таблица 3.2):

- участок территории, расположенной между площадкой «Балапан» и данным месторождением;

- утвержденные границы собственно месторождения;

- границы отвала вскрышных пород;

- прилегающие к месторождению земельные участки;

- автомобильные и проселочные дороги, ведущие к месторождению.

Таблица 3.2 – Периодичность определения границ загрязненных земельных участков

Вид земельного участка	Периодичность, год
Границы земельного участка месторождения	1,0
Границы отвала вскрышных пород	1,0
Границы рекультивируемого карьера	1,0
Границы участков, расположенных вдоль дорог	3,0

Обработка полученных результатов и форма их представления заинтересованным организациям включает в себя:

- геодезическую часть (длины нивелирных ходов, число станций, величины невязок, СКО измерения превышения на станции и в ходе, величины деформаций земной поверхности);

- прогнозируемые величины деформаций земной поверхности;

- границы земельных участков с указанием уровня загрязнения;

– геоэкологическую часть (уровни загрязнения на данный момент времени, места отбора проб грунта, величины изменения уровней загрязнения).

В перспективе все испытательные площадки необходимо включить в единую нивелирную сеть, с помощью которой можно будет отслеживать и движения земной поверхности на СИЯП в целом.

3.2 Применение квадрокоптера для определения изменения границ угольного карьера и отвалов вскрышных пород

В 2.9 рассматривалась методика определения деформационного состояния испытательных скважин с применением БПЛА. Рассмотрим их применение для съемки границ угольного карьера и отвалов вскрышных пород.

Перед запуском квадрокоптера в интерфейсе наземной станции управления (НСУ) задается: область съёмки, требуемые значения продольного и поперечного перекрытия и высота полета, от которой зависит пространственное разрешение снимков. По указанным параметрам НСУ автоматически создает маршрут, следуя по которому, БПЛА совершает аэрофотосъёмку с фиксацией координат каждой точки фотографирования с помощью спутниковых технологий.

Получение качественных результатов фотосъёмки обеспечивается обработкой цифровых снимков в специализированной программе, например Agisoft Photoscan. Они позволяют упростить и автоматизировать процесс обработки исходных материалов (определение связующих точек на соседних снимках и уравнивание по указанным опорным точкам).

После уравнивания в автоматическом режиме строится плотное облако точек, сравнимое с результатами лазерного сканирования, которое представляет собой точную цифровую модель местности (ЦММ), включающую в себя все объекты, попавшие в поле зрения фотокамеры. Для получения цифровой модели рельефа (ЦМР) необходимо провести фильтрацию плотного облака точек, исключив из него растительность, строения, автотранспорт. Полученная ЦМР в дальнейшем может использоваться для подсчета объемов выработки горной породы (рисунок 3.1).

Определение объемов выработки можно получить в результате двух залетов квадрокоптера в разные даты с СКО до 5,0 см в плане и по высоте. Расчет разницы объемов производится между двумя цифровыми моделями местности за отчетный период с помощью программы Credo.

Формат данных, получаемый в результате обработки, совместим с любыми современными геоинформационными системами (ГИС) и легко конвертируется в требуемый.

Также подсчет объёмов горных выработок и отвалов может вестись в ПО Micromine. После указания контура, внутри которого производилась выемка горной породы и вычитании (сложении) трехмерной модели, полученной при съёмке за предыдущий отчётный период из текущей модели. Автоматизированный подсчет перемещённой горной массы занимает не более 10 минут для одного месторождения. Время полного технологического процесса составляет порядка шести часов для крупного месторождения. Традиционная методика работ, включающая наземную инструментальную съёмку, потребует не менее трёх дней.

Кроме того, применение беспилотных летательных аппаратов позволяет выполнять съёмку труднодоступных мест, исключая нахождение в них работников предприятия, и не подвергая их риску для жизни и здоровья

Помимо подсчета объёмов и оформления графической документации, по результатам оперативно определяются координаты взрывных и разведочных скважин, расположение всех технических сооружений на территории карьера.

Наглядность ортофотоплана и детальность плотного облака точек позволяют использовать полученные материалы не только маркшейдерской, но и геологической службой. По ортофотоплану с высоким разрешением точно и оперативно выявляются зоны трещиноватости на бортах и вблизи карьеров, при наличии маркирующих слоев ведется их оконтуривание (рисунок 3.1).

Для целей кадастра на основании ортофотоплана и закона «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне» был выполнено отображение железной и автомобильной дороги, ведущей с месторождения Каражыра (рисунки 3.2, 3.3) с нанесением условной величины загрязнения.



Рисунок 3.1 – Ортофотоплан участка вдоль дороги Каражыра– Семей

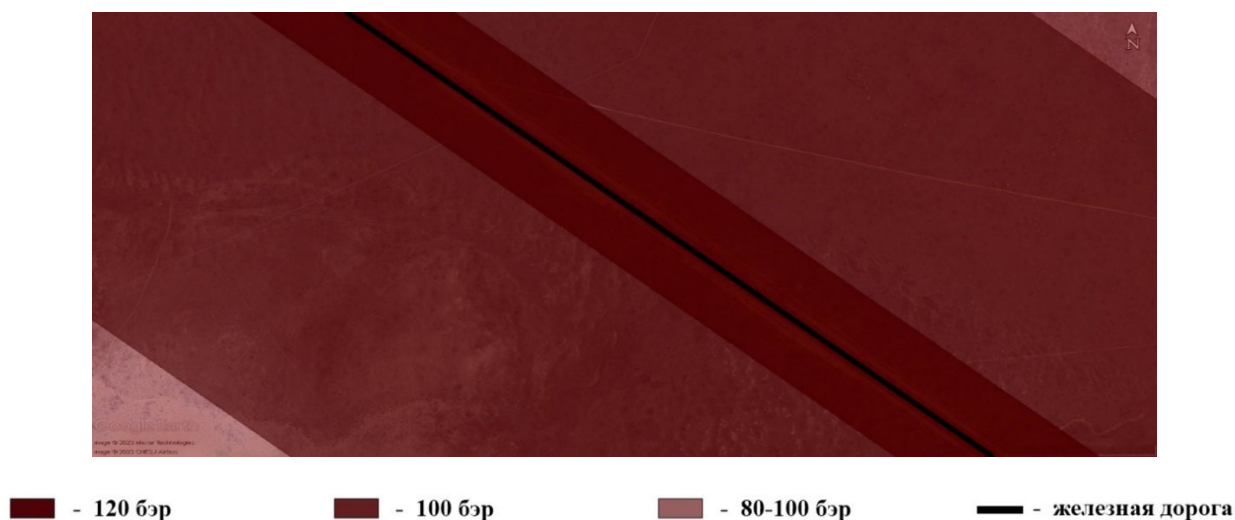


Рисунок 3.2 – Условные уровни загрязнения для железной дороги с месторождения Каражыра

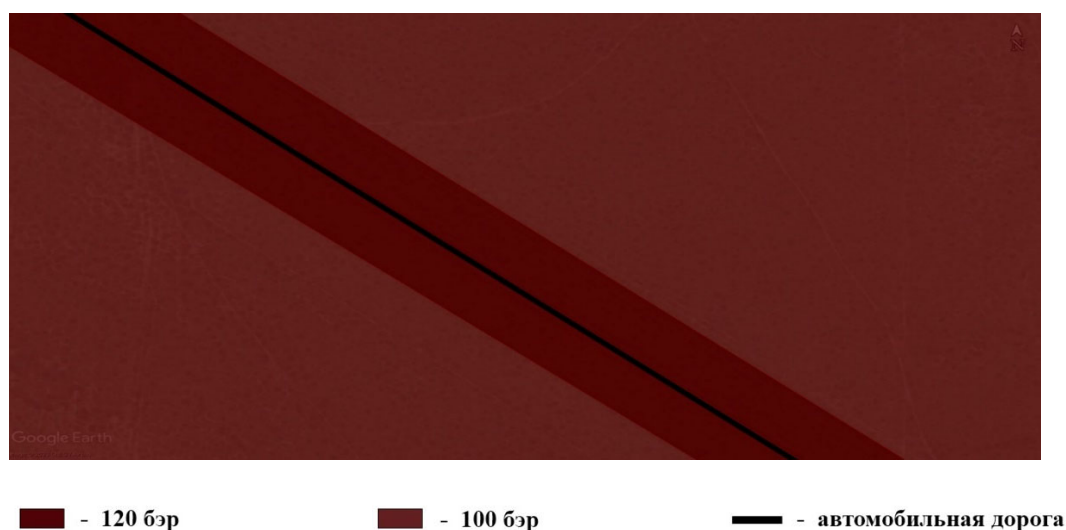


Рисунок 3.3 – Условные уровни загрязнения для автомобильной дороги с месторождения Каражыра

Источниками воздействия автомобильной и железной дороги с месторождения Каражала на окружающую природную среду могут являться: отдельные конструкции дорожных сооружений: дорожная одежда, обочины земляного полотна; автомобильный транспорт, находящийся на дороге; инженерные сооружения дорог. Так как данная область находится в области чрезвычайного радиационного и максимального радиационного риска, то окружающая местность была обозначена красным цветом различного спектра, обозначающего диапазон от 80 до 100 бэр.

Если происходит загрязнение воздуха, следует учитывать уровень фонового загрязнения, местные существующие источники загрязнения и перспективы их изменения в течение прогнозируемого периода. На основе этих данных может быть проведена значимая оценка для определения вклада новых объектов (в данном случае, дорог) в загрязнение воздуха и определения того, как осуществить необходимые экологические меры.

При воздействии на атмосферу основными компонентами выхлопных газов являются диоксид азота и оксид углерода. Размер выбросов зависит от конкретных параметров интенсивности транспортного потока, розы ветров, продольного профиля дороги и т. д.

При оценке воздействия на водную среду учитываются следующие факторы: пересечение русел рек, изменения в районе (поверхностный сток), характеристики уровня воды в реке и вклад поверхностного стока с дорог (штормы) в загрязнение воды.

При оценке воздействия на почву следует дополнительно учитывать влияние накопления тяжелых металлов на качество почвы.

В целом, при существующей интенсивности потока машин, воздействие на компоненты среды находится в допустимых пределах. Поступающие загрязнители могут быть нейтрализованы естественными природным самоочищением, однако необходим постоянный мониторинг за состоянием окружающей среды.

3.3 Применение 3D-модели местности для отображения загрязнения на разных горизонтах

Как показывает практика ведения мониторинга уровня загрязнения на территории СИЯП, в настоящее время имеет место постоянное изменение этого уровня и границ загрязнения техногенными радионуклидами вследствие влияния следующих основных факторов [10, 21, 64, 71]:

- переносом воздушными массами в зависимости от розы ветров;
- подземными водами;
- различной хозяйственной деятельностью (промышленной и сельскохозяйственной).

С целью определения и отображения границ и уровня радионуклидного загрязнения регулярно проводятся соответствующие мероприятия на территории всего СИЯП.

Отображение уровня и границ загрязнения производится в настоящее время, в основном, сотрудниками Института радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК с использованием различных схем и планов [29, 35, 71, 93, 105]. Отображение производится, в основном, в формате 2D-плана (схемы). Вместе с тем, в некоторых случаях более детально такое отображение производится с использованием трехмерного формата.

В связи с этим рассмотрим технологическую схему создания трехмерной карты местности загрязнения (рисунок 3.4), которая будет включать в себя следующие объекты исследования [94]:

- месторождение «Каражыра»;
- частичное перемещение воздушных масс.

Технологическая схема создания трехмерной карты месторождения состоит из нескольких этапов. В создании учитываются особенности объекта, схемы создания планово-высотного обоснования, границы загрязнения на разных горизонтах. На весь участок работ имеется топографическая карта, выполненная АО «Карагандагеология». Результаты полевых измерений обрабатывались в программе Autodesk Autocad.

Для составления трехмерной карты был взят снимок со спутника. После этого космический снимок и данные топографической съемки были последовательно внесены в программу ПО Global Mapper, и выполнена предварительная обработка данных. После этого были нанесены границы загрязнения на разных горизонтах, и выполнена окончательная обработка трехмерной карты, которая может предоставляться заказчику.

Таким образом, по результатам данных космической съемки местности, полевых радиологических исследований и геодезических измерений подготовлены материалы, на основе которых может быть создана трехмерная карта угольного месторождения.



Рисунок 3.4 –Технологическая схема создания трехмерной карты угольного месторождения

Актуальность разработки и использования трехмерных карт характеризует широкий спектр ее применения в различных хозяйственной деятельности, таких как земельный кадастр, различные отрасли сельского хозяйства (земледелие, животноводство), экологическая деятельность, сельское и городское планирование и других сферах. Поэтому с учетом загрязненной территорий при принятии необходимых управленческих решений при планировании хозяйственной деятельности, с целью наглядного и детального восприятия объекта, важно наличие трехмерной карты территории данного угольного месторождения

Основной составляющей оценки уровня загрязнения в районе месторождения «Каражыра» является достоверное представление полученной информации об уровне загрязнения. Для более объективной оценки влияния уровня загрязнения на месторождении и в районе «Атомного озера» вследствие проведенных подземных ядерных взрывов представим следующие основные факторы. Важнейшим фактором загрязнения техногенными радионуклидами является наличие «Атомного озера», которое и оказывает значительное влияние на это загрязнение. Согласно данным НЯЦ РК вблизи воронки «Атомного озера» находится основная зона ра-

диоактивного загрязнения почвы, которая имеет площадной характер. Общая площадь загрязнения ограничивается 1,0–2,0 км от гребня воронки. В 2009–2012 гг. сотрудниками данного института были проведены работы по определению степени загрязнения «Атомного озера» техногенными радионуклидами [29, 35, 65, 71].

Потенциальным источником вторичного загрязнения окружающей среды (воды, воздуха, растительности) является зона навала грунта вокруг «Атомного озера» радиусом 3–4 км, которая может представлять основную угрозу человеку при ведении хозяйственной деятельности на данной местности. Кроме того, в окружающую среду техногенные радионуклиды могут переноситься ветром, пылью, атмосферными осадками, а также попаданием их в реку Шаган с дальнейшим переносом поверхностным водотоком [29]. В зависимости от гидрологического режима, концентрация радионуклидов может резко колебаться.

Важным фактором, который определяет уровень загрязнения на данной территории, является расстояние границ месторождения (или границ земельного отвода) от «боевых» скважин, которое колеблется от 0,4 до 5,8 км. Эти законсервированные скважины продолжают быть источником радионуклидов. Вместе с тем необходимо отметить, что к настоящему времени вопрос о степени опасности «боевых» скважин пока остается открытым.

Выполняя мониторинг происходящих технологических процессов на угольном разрезе, в целом и на отдельных рабочих местах, требуется непрерывное (или циклическое с заданным временным интервалом) получение достоверных данных об уровне загрязнения наземными методами как с мониторинговых точек, так и с недоступных для исследования площадок. Кроме того, для определения полной и детальной характеристики изучаемого участка месторождения требуется проведение и дистанционных исследований. Последний метод необходим для мониторинга прилегающих к месторождению земельных участков, которые используются, например, для выпаса животных.

Предлагаемая трехмерная виртуальная карта (рисунок 3.5) позволяет контролировать поступление загрязняющих веществ на территорию месторождения, планировать технологические решения при разработке карьера, а также выполнение геодезических и маркшейдерских работ.

Для получения трехмерной карты месторождения нами были взят снимок со спутника, а также данные топографической съемки месторождения «Каражыра». Данные топографической съемки были внесены в программу Autodesk Civil 3D, а затем обработаны с помощью команды «Поверхность».

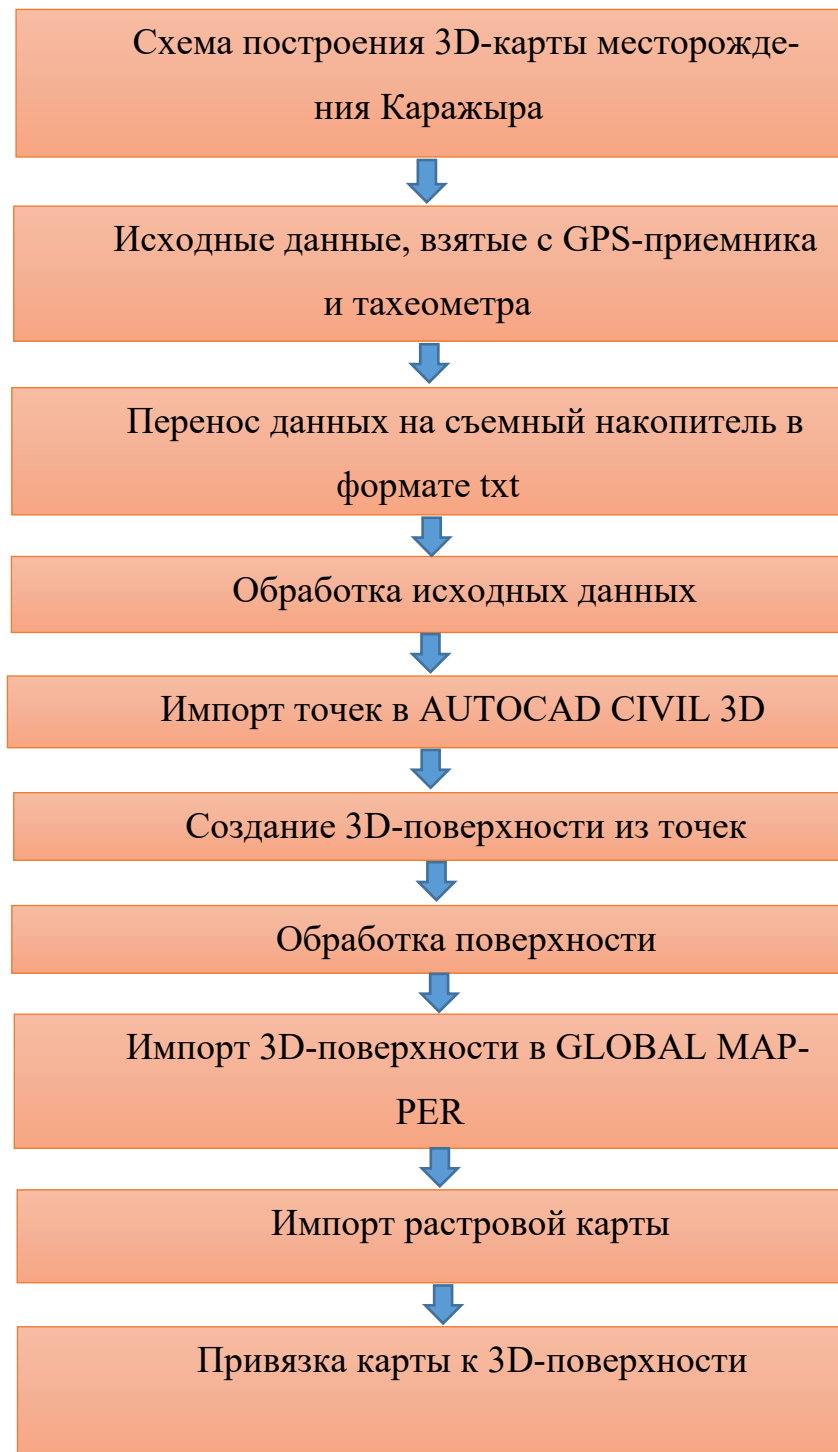


Рисунок 3.5 – Технологическая схема построения 3D-карты месторождения Каражыра

3.4 Последовательность создания карты 3D-формата

Создание карты месторождения 3D-формата нами выполнялось по приведенной выше технологической схеме.

1 Данные GPS съемки были обработаны и импортированы в программу Autodesk Civil 3D.

Рельеф в программе Autodesk Civil 3D можно создать несколькими путями. Одно из них создание рельефа из группы точек, наиболее актуальный способ обработки данных, используемый в производстве.

Сначала производится экспорт точек с GPS приемника, данные выводятся в формате txt, после их обрабатывают в программе Excel, оставляя только координаты и название точек.

Далее производится импорт этих точек в программу Autodesk Civil 3D (рисунки 3.6, 3.7).

В рабочей панели выбирается команда «Создание группы точек» и выбор всех импортированных точек (рисунок 3.8).

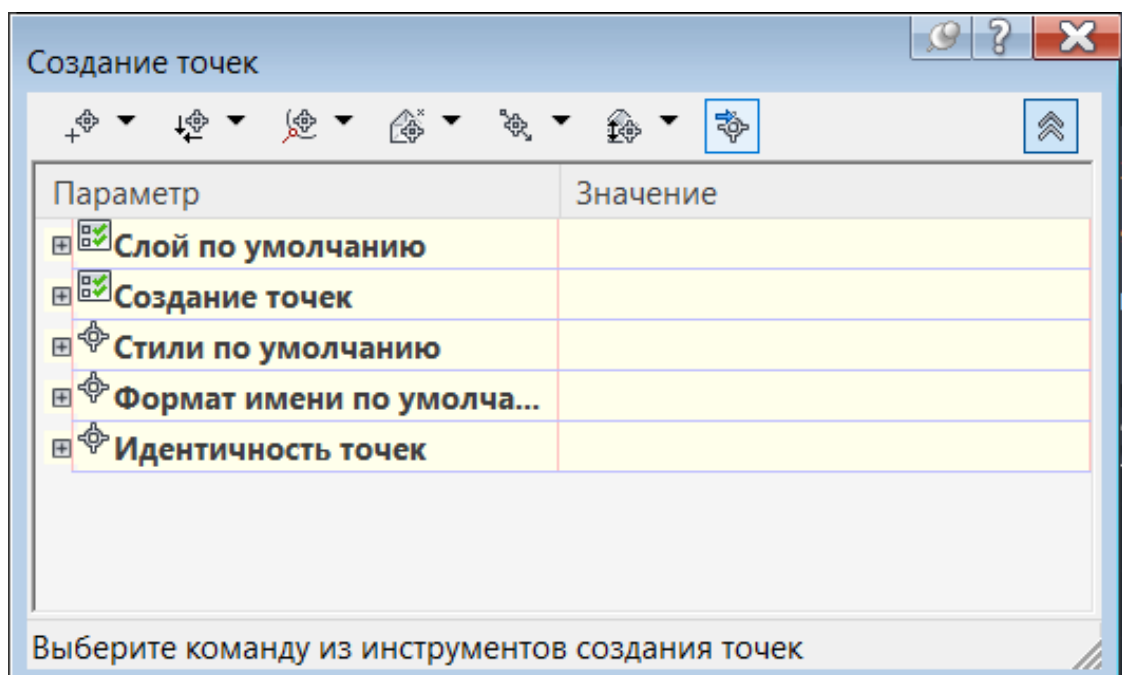


Рисунок 3.6 – Процесс импорта точек

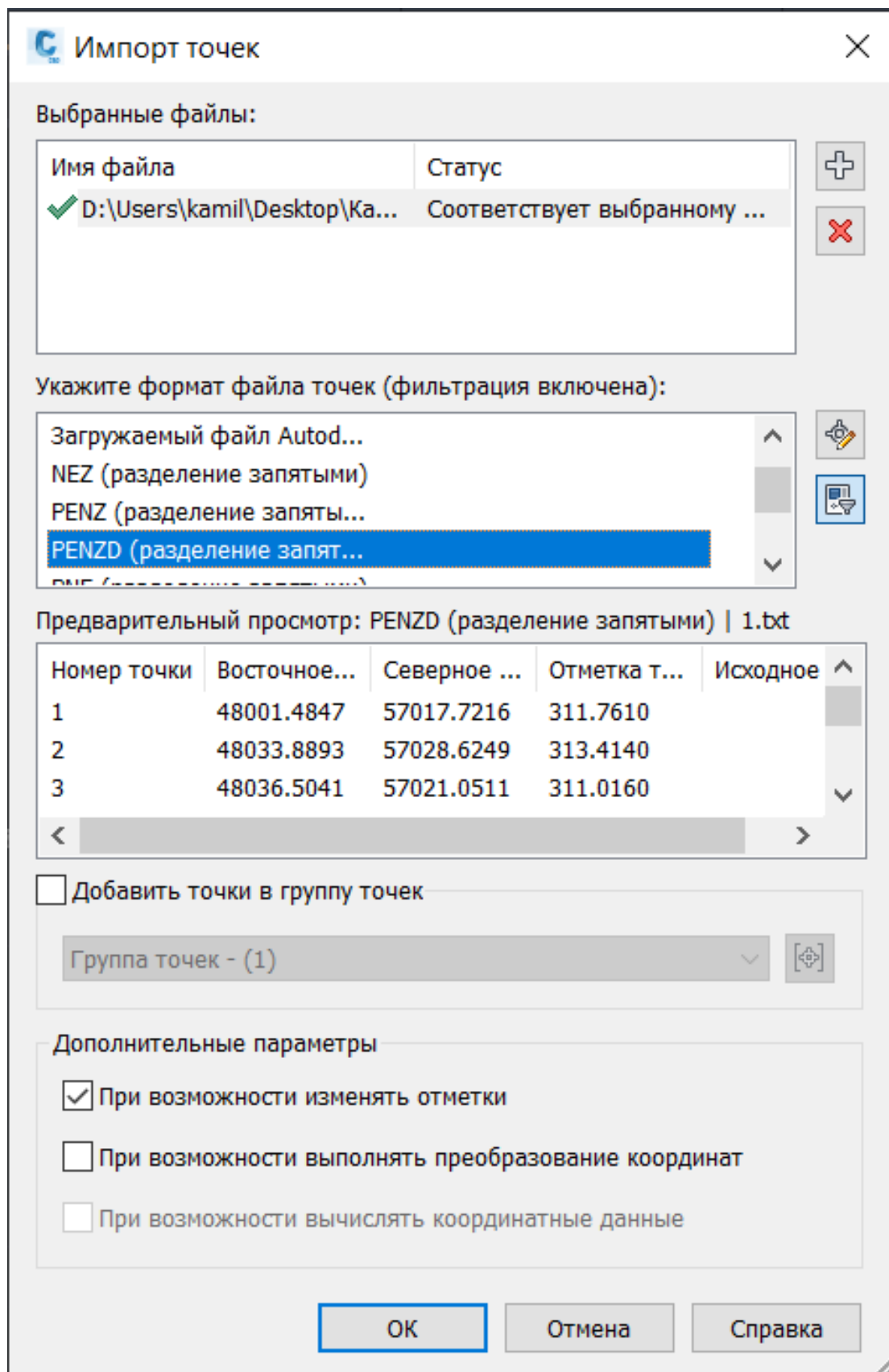


Рисунок 3.7 – Импорт точек

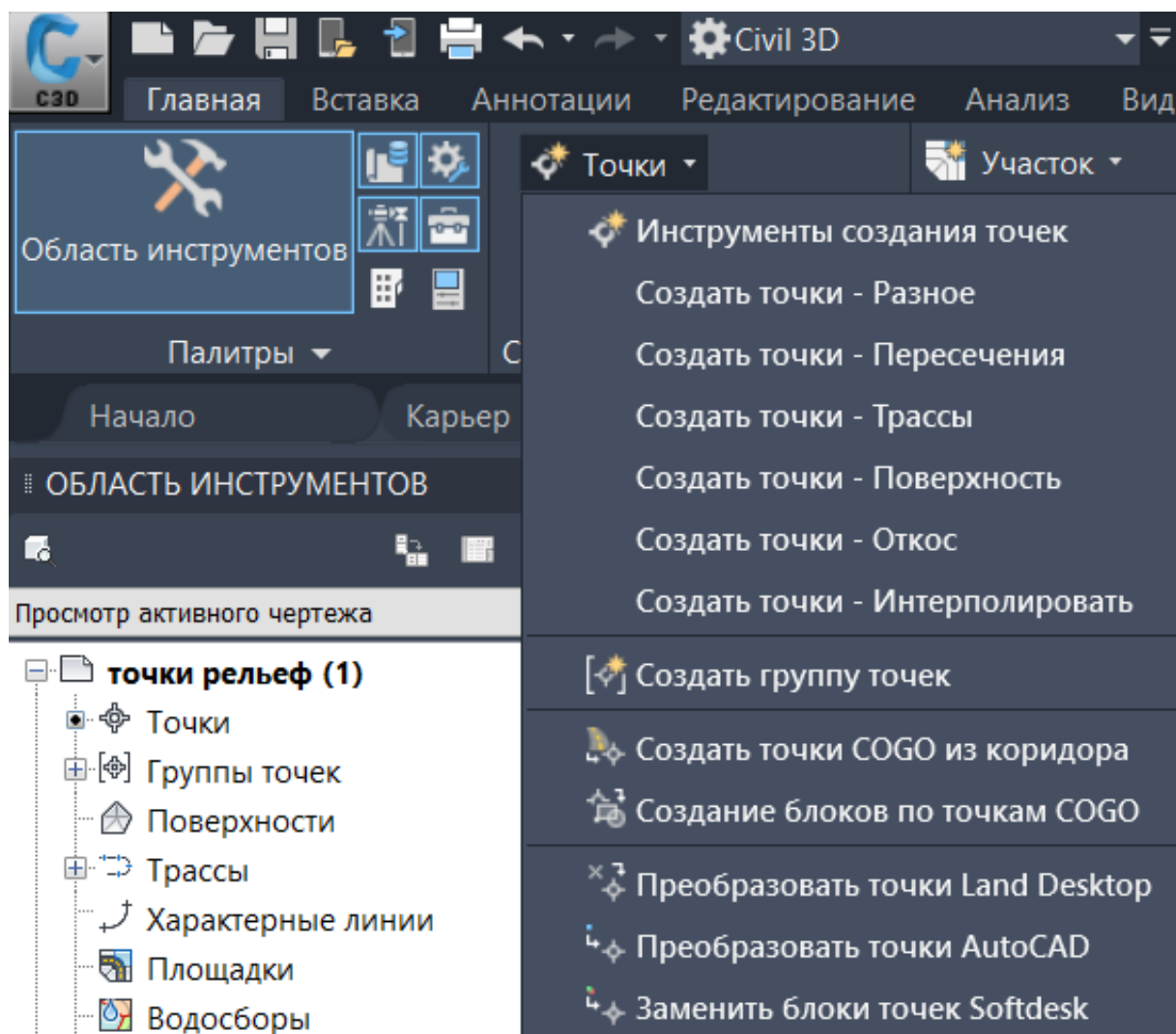


Рисунок 3.8 – Команда «Инструменты создания точек»

2 Создание поверхности для трехмерной карты месторождения производилось через левое окно навигации, где на вкладке «Поверхность» выполнялась команда «ПКМ – Создать поверхность». Добавили объекты чертежа – точки, для построения 3D поверхности (рисунок 3.9).

Построенная поверхность содержала очень много ошибочных отметок и 3D-тел, на следующем этапе выполнялось исправление поверхности путем перестановки ребер треугольника поверхности. Сперва добавляются объекты чертежа для 3D-поверхности, можно выбрать разные объекты: рельефы, отрезки, блоки и т. д., но мы остановимся на выборе точек (рисунки 3.10, 3.11).

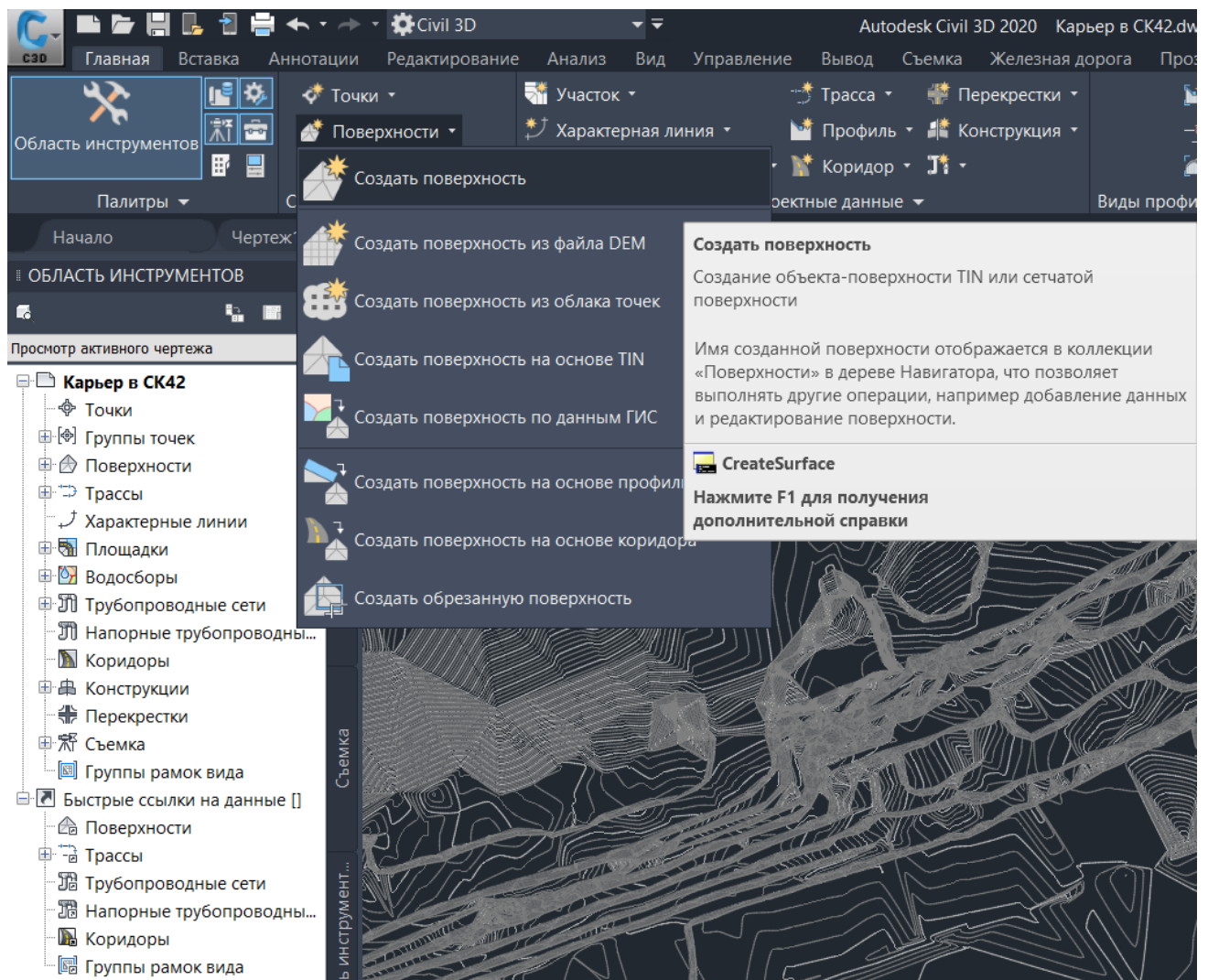


Рисунок 3.9 – Команда «Создать поверхность»

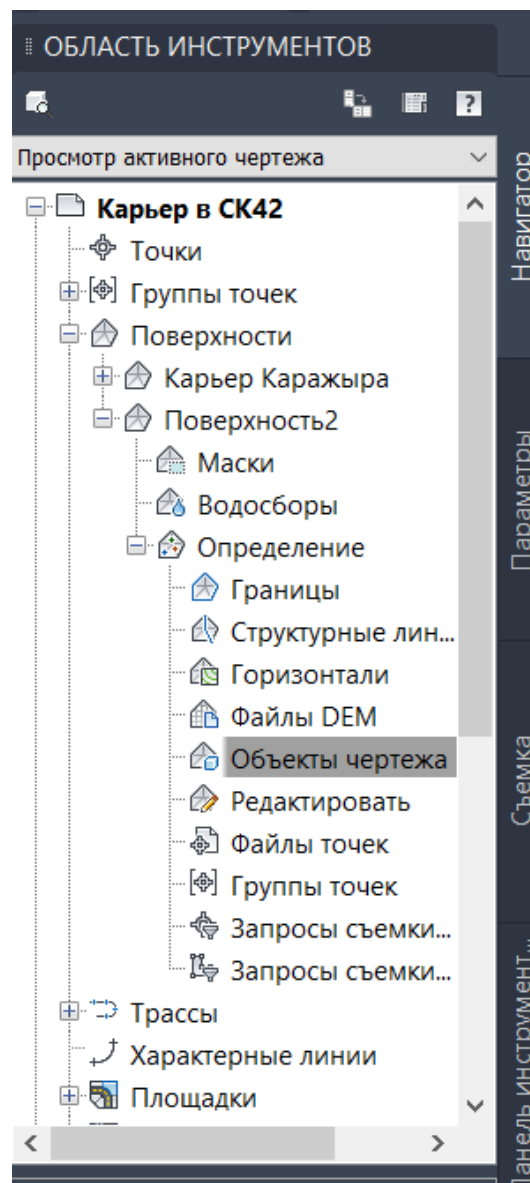


Рисунок 3.10 – Добавление объектов чертежа для 3D-поверхности

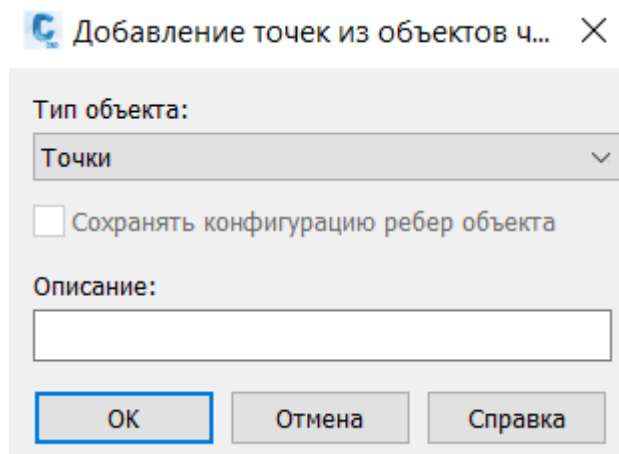


Рисунок 3.11 – Выбор точек для объектов чертежа

После вывода исходного плана поверхности включается отображение треугольников (рисунок 3.12).

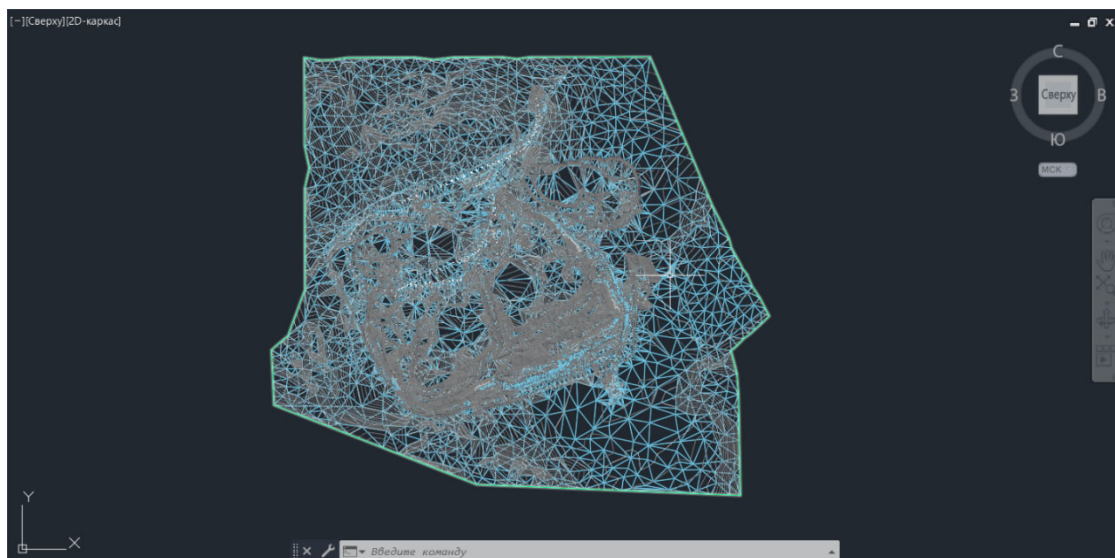


Рисунок 3.12 – Исходный план поверхности треугольников

Далее начинаем процесс редактирования путем перестановки ребер треугольников, соединяя правильные точки между собой. Это делается для того чтобы придать правильную форму объекта, так как изначально точки соединяются неправильно, образуя неправильное соединение равнины и насыпи (рисунки 3.13, 3.14).



Рисунок 3.13 – Процесс редактирования поверхности
путем перестановки ребер треугольников

Готовый план поверхности треугольников сохраняем в формате dwg (рисунок 3.14).

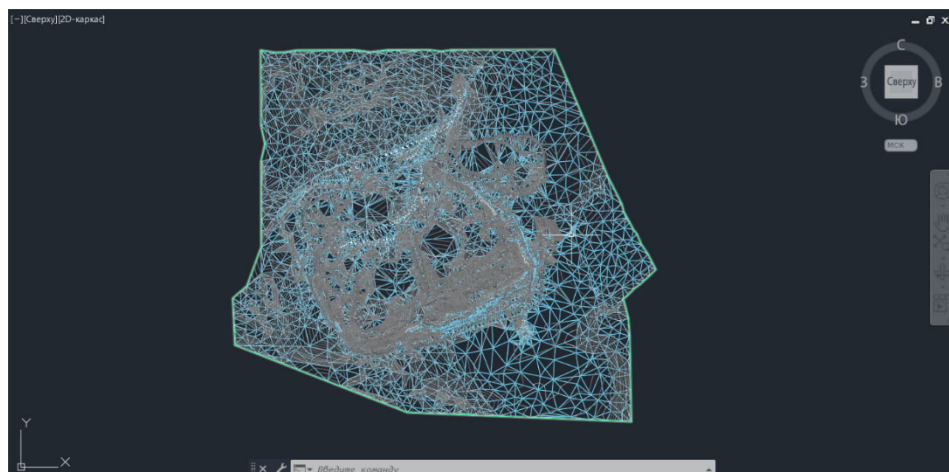


Рисунок 3.14 – Готовый план поверхности треугольников

3 Полученная 3D-карта месторождения была загружена в ПО Global Mapper. При загрузке данных в программу мы использовали систему Гаусса–Крюгера СК-42 с соответствующими ключами (рисунок 3.15).

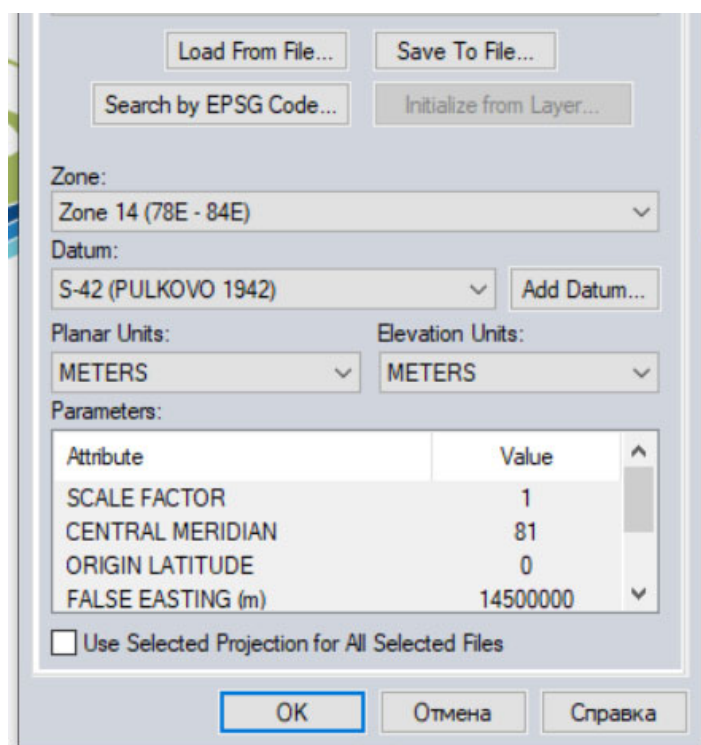


Рисунок 3.15 – Окно программы ПО Global Mapper

4 Далее было загружено растровое изображение данной местности и привязано к опорным пунктам 3D-модели с известными координатами (рисунок 3.16).

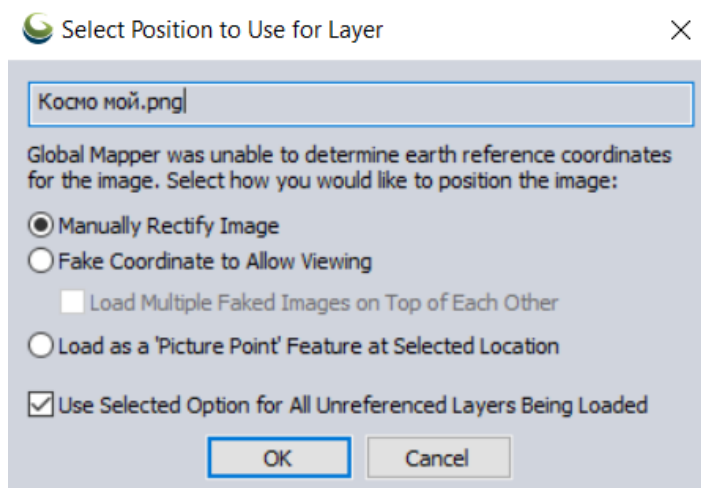


Рисунок 3.16 – Импорт растрового изображения

На карте были выбраны три опорных пункта с известными координатами. Увеличив карту командой «Лупа», увеличили до нужного размера объект на карте для более точного обозначения опорного пункта курсором. Далее вводятся координаты в соответствующие поля (рисунок 3.17).

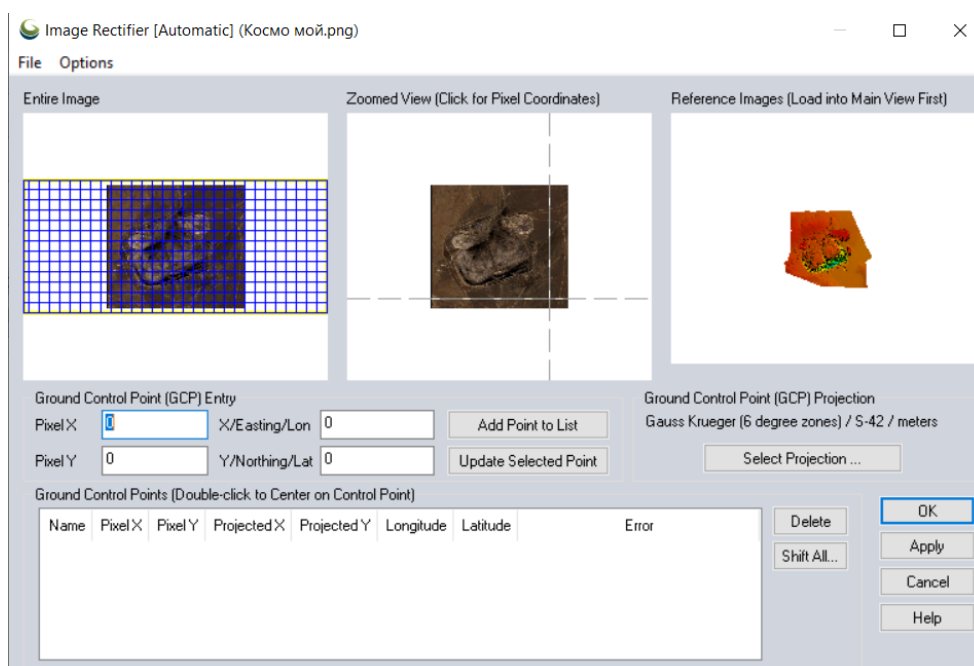
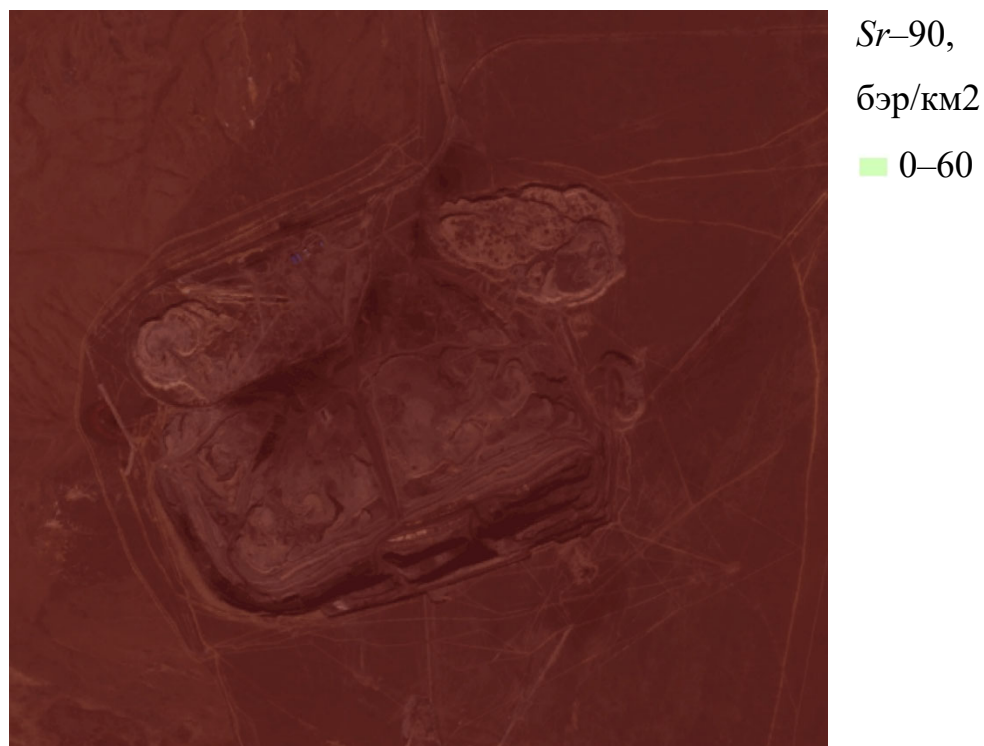


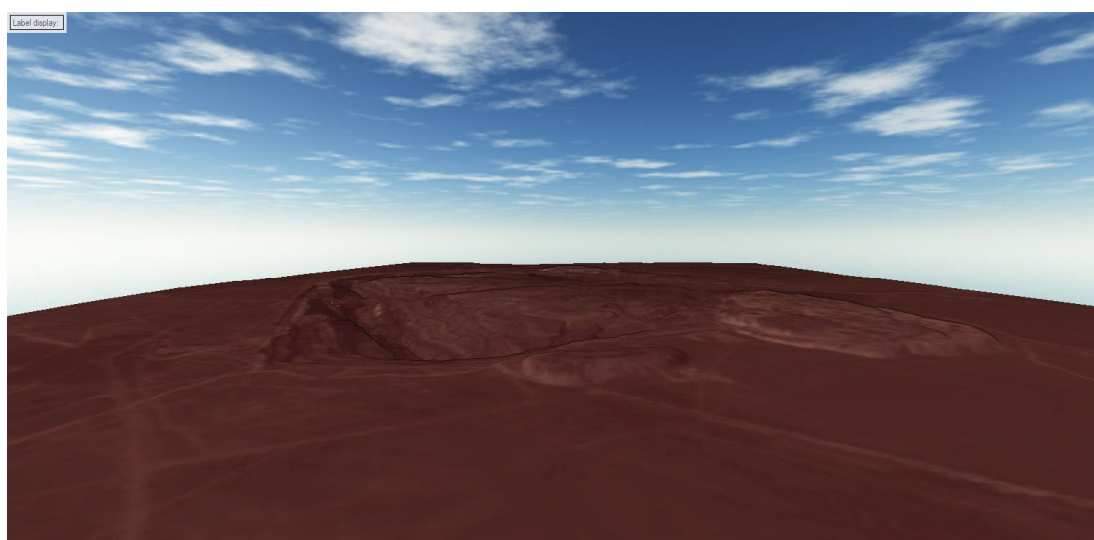
Рисунок 3.17 – Привязка растра к 3D-модели местности

5 Получена трехмерная карта с растровым изображением.

6 Затем была выполнена категоризация радионуклидов и нанесение на 3D-карту (рисунок 3.18).



a)



б)

Рисунок 3.18 – Трехмерная карта месторождения «Каражыра» с данными радионуклидов, взятых из [64, 78]; *a)*, *б)* карта концентрации стронция в двух плоскостях

Многолетние исследования радиационной ситуации на разрабатываемых месторождениях полезных ископаемых, даже находящихся на территории испытательных площадок СИЯП и в непосредственной близости от них, показали, что соблюдение соответствующих мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, специально разрабатываемых в зависимости от специфики каждого предприятия, позволяют обеспечить радиационную безопасность персонала в полной мере и обеспечить гарантированное качество производимой продукции.

Созданная карта может применяться для разработки управленческих и технологических решений по использованию прилегающих земель с точки зрения уровня их радионуклидного загрязнения. Так, исходя из фактических границ загрязнения, можно выполнять планирование маркшейдерских и геодезических работ непосредственно на месторождении. Планирование таких работ заключается:

- в разработке схемы размещения пунктов опорной планово-высотной сети, а также схемы сети сгущения;
- разработке технологической схемы и применении приборов (спутниковых приемников, лазерных сканеров или тахеометров) для производства маркшейдерских и геодезических измерений;
- установлении мест (станций) для установки геодезических приборов с минимальным или допустимым уровнем загрязнения;
- выборе способа выполнения измерений тахеометром (с применением отражателя или безотражательного режимов);
- установлении индивидуальных средств защиты исполнителей в зависимости от уровня загрязнения.

Таким образом, карты месторождения 3D-формата позволяют отображать уровень загрязнения угольного месторождения, вести мониторинг его изменения, планировать проведение геодезических и маркшейдерских работ, а также определять границы загрязнения как для целей разработки месторождения, так и для целей кадастра (проведения межевания с заданными или допустимыми уровнями загрязнения).

Для определения изменений во времени необходимо создавать карту месторождения «Каражыра» 4D-формата, которая удобна для сравнения и анализа уровня загрязнения по сравнению с предыдущими годами. Технологическая схема создания 4D-карты месторождения состоит из нескольких этапов. Последовательность выполнения такая же, как при создании трехмерной карты. В создании учитываются особенности объекта, планово-высотное обоснование, границы загрязнения на разных горизонтах. Рассмотрим технологическую схему создания 4D-карты месторождения (рисунок 3.19).



Рисунок 3.19 – Технологическая схема по созданию 4D-карты месторождения «Каражыра»

Космические данные и данные топографической съемки обрабатываются в программе ArcMap. После нанесения границ загрязнения на разных горизонтах выполняется окончательная обработка карты (рисунки 3.20–3.22).

Созданная карта может использоваться для разработки рекомендаций по использованию земель с точки зрения радиационной безопасности.

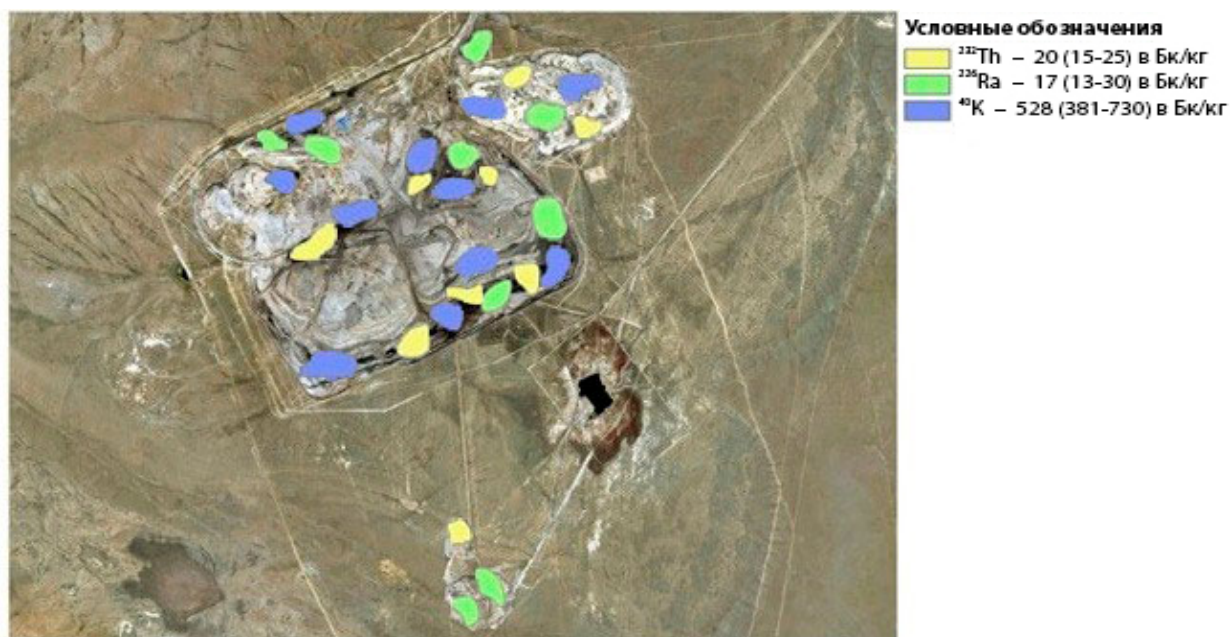


Рисунок 3.20 – 4D-карта месторождения «Каражыра» 2008 г.

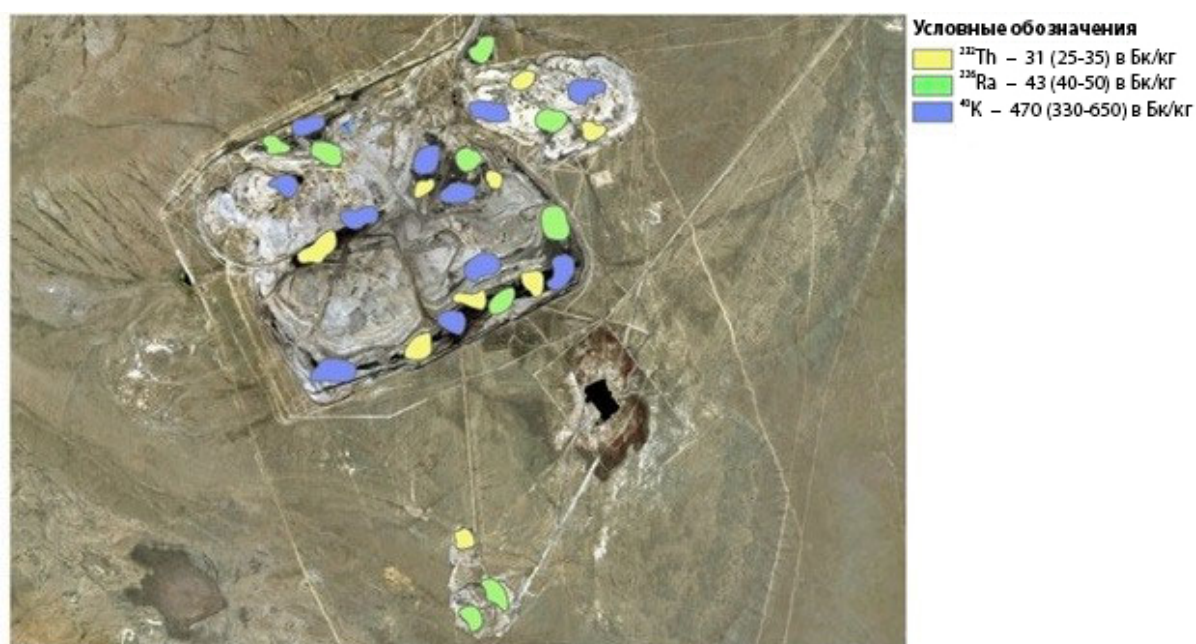


Рисунок 3.21 – 4D-карта месторождения «Каражыра» 2009 г.

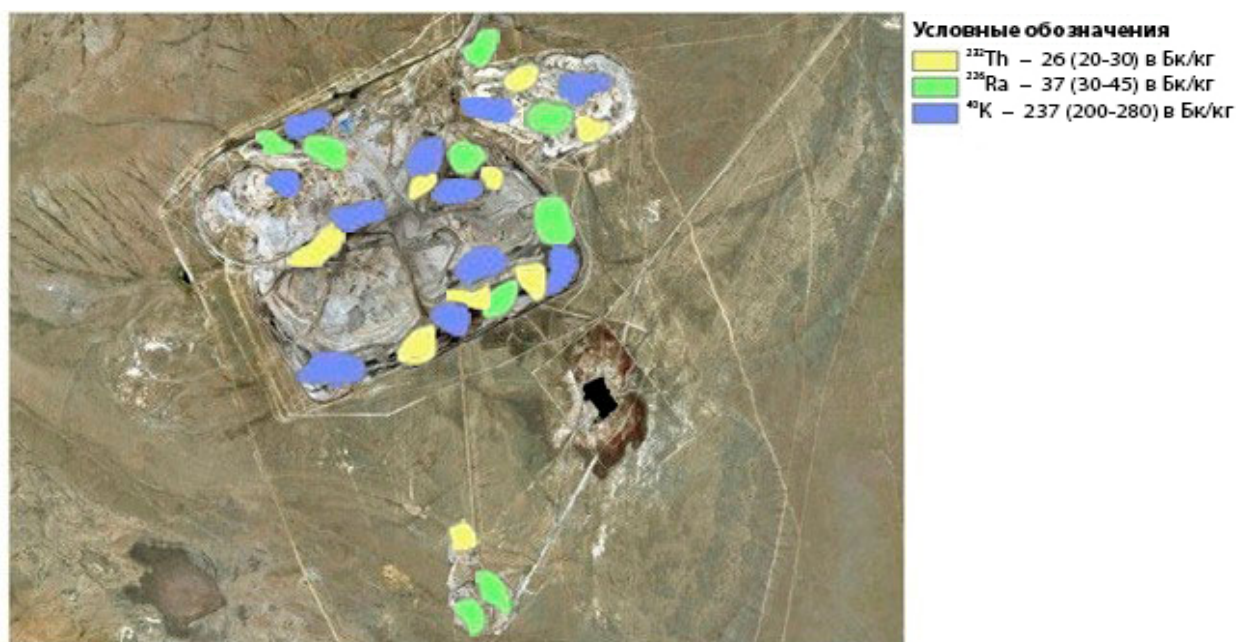


Рисунок 3.22 – 4D-карта месторождения «Каражыра» 2010 г.

3.5 Совершенствование подходов к установлению кадастровой стоимости загрязненных земельных участков СИЯП

Загрязнение техногенными радионуклидами полигона СИЯП и прилегающих к нему территорий является причиной для проведения зонирования и установления кадастровой стоимости отдельных земельных участков. Очевидно, что с учетом их загрязнения радионуклидами должно быть уменьшение кадастровой стоимости загрязненных земель. Величину уменьшения кадастровой стоимости необходимо проводить с использованием понижающих коэффициентов для земель сельскохозяйственного назначения, для земель обороны, национальной безопасности, для нужд космической деятельности, промышленности, а также земель зоны ядерной безопасности. В таблицах 3.3, 3.4 приведены предлагаемые понижающие коэффициенты, которые были получены на основании экспертных оценок. В установлении понижающих коэффициентов принимали участие 12 экспертов в области кадастровой деятельности. При установлении этих коэффициентов принималось во внимание загрязнение:

- почвенного покрова (грунтовые воды чистые);
- водных ресурсов (почвенный покров чистый);

– воздуха, пыли и дыма (почвенный покров и грунтовые воды имеют незначительное загрязнение).

Таблица 3.3 – Предлагаемые понижающие коэффициенты
для земель сельскохозяйственного назначения (с учетом таблицы 1.5)

Зоны радиационного риска	Почвенный покров	Водные ресурсы	Воздух, пыль, дым	Понижающие коэффициенты, (%)
Чрезвычайный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	100 (земли запаса)
Максимальный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	70–80
Повышенный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Норма	40–60
Минимальный радиационный риск	Загрязнение	Норма	Норма	10–30
Естественный фон (территория с льготным социально-экономическим статусом)	Норма	Норма	Норма	0

В таблице 3.3 понижающий коэффициент для зоны с чрезвычайным радиационным риском, равный 100 %, принят потому, что земли (очаги) сельскохозяйственного назначения с таким уровнем загрязнения должны оставаться землями запаса до принятия мер по понижению этого загрязнения.

В таблице 3.4 понижающий коэффициент для зоны с чрезвычайным радиационным риском, равный 60–80 %, принят потому, эти земли могут использоваться для утилизации радиоактивных отходов, например, отработанного топлива АЭС.

Характерной особенностью загрязненных земель является то, что уровень загрязнения постоянно меняется. Поэтому, в дополнение к существующим причинам выполнения дополнительного (внеочередного) определения границ необходимо включить данный факт, т. е. необходимо установить периодичность его проведения в условиях загрязненности радионуклидами (таблица 3.5).

Предлагаемые понижающие коэффициенты могут быть уже использованы при вступлении в полную силу закона РК №16 –VIII ЗРК от 05.07.2023 [54].

Таблица 3.4 – Предлагаемые понижающие коэффициенты для земель обороны, национальной безопасности и земель иного специального назначения, земель зоны ядерной безопасности (с учетом таблицы 1.5)

Зоны радиационного риска	Почвенный покров	Водные ресурсы	Воздух, пыль, дым	Понижающие коэффициенты, (%)
Чрезвычайный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	60–80
Максимальный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Загрязнение	50–60
Повышенный радиационный риск	Загрязнение	Загрязнение	Норма	30–50
Минимальный радиационный риск	Загрязнение	Норма	Норма	10–20
Естественный фон (территория с льготным социально-экономическим статусом)	Норма	Норма	Норма	0

Таблица 3.5 – Периодичность оценки (уточнения) кадастровой стоимости земельных участков для установления понижающих коэффициентов

Зоны радиационного риска	Периодичность, год
Естественный фон	Один раз в 5 лет
Минимальный радиационный риск	Один раз в 3 года
Повышенный радиационный риск	Один раз в 2 года
Максимальный радиационный риск	Ежегодно
Чрезвычайный радиационный риск	Ежегодно
Примечания:	
1 Если земельный участок имеет две зоны радиационного риска, то периодичность оценки (уточнения) кадастровой стоимости производится по большему радиационному риску.	
2 При изменении зоны радиационного риска периодичность оценки (уточнения) кадастровой стоимости производится по реальному (новому) состоянию.	

3.6 Предлагаемые дополнения к составу межевого плана и технического отчета для территорий испытательных площадок

В связи с выходом закона РК № 16–VIII ЗРК от 05.07.2023 [54], который предусматривает создание и функционирование зоны ядерной безопасности, встает вопрос о подготовке документов для хозяйственного пользования земельными участками

разной площади и разного уровня загрязнения. В связи с этим нами предлагается внести дополнения к содержанию текстовой и графической части межевого плана, которые будут более детально характеризовать экологическое состояние каждого участка.

1 *Указание зоны радиационного риска.* Данное 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.* Данная 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 на ней вида разрешенной хозяйственной деятельности. На конкретном отдельном земельном участке с разным уровнем загрязнения может вестись разная хозяйственная деятельность.

5 *Расстояние до испытательных скважин.* Данная информация необходима для прогнозирования возможного вторичного загрязнения данного земельного участка. Также необходимо указывать расстояние до объектов, которые приводят к дополнительному загрязнению, в нашем случае, до месторождения «Каражыра».

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

7 *Направления основной розы ветров в течение года.* Так как из некоторых скважин выходят загрязненные газы, то при расположении земельного участка вблизи них потребуются 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 изменения уровня их загрязнения устанавливать (изменять) вид хозяйственной деятельности.

Также для повышения информативности документов об уровне загрязнения земельных участков нами составлены условные знаки (таблица 3.6) по классификации загрязненных территорий в зависимости от зоны радиационного риска:

- загрязненные (чистые) водные ресурсы;
- загрязненная (чистая) земная поверхность;
- загрязненные (чистые) водные ресурсы и земная поверхность.

Условные знаки созданы для дополнения в состав межевого плана, чтобы показывать уровень загрязнения и отображать это условными знаками на отдельном листе.

Таблица 3.6 – Условные знаки загрязнения по классификации загрязненных территорий

Зоны радиационного риска	Вода	Земля	Вода/Земля
Чрезвычайный радиационный риск (> 100 бэр)			
Максимальный радиационный риск (35–100 бэр)			
Повышенный радиационный риск (7–35 бэр)			
Минимальный радиационный риск (0,1–7 бэр)			
Естественный фон (территория с льготным социально-экономическим статусом) ($< 0,1$ бэр)			

По аналогии с определением уровня загрязнения, проводимом на всей территории СИЯП [29, 42, 65, 71, 76–78, 93], нами также предлагается в состав межевого плана включать сведения об уровне загрязнения конкретного земельного участка. При этом отбор проб рекомендуется проводить с шагом, указанным в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Параметры отбора проб при определении радионуклидного загрязнения

Категория земель	Параметры отбора проб	
	Шаг сетки отбора проб, м	Минимальное число точек отбора проб на участок
1 Земли населенных пунктов - до 10,0; - от 10,0 до 100,0; - свыше 100,0	20–25 30–50 100–200	10 30 не менее двух точек на 1 га
2 Земельные участки, предоставленные для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства на землях населенных пунктов и землях сельскохозяйственного назначения: - до 0,1; - от 0,1 до 1,0; - от 1,0 до 10,0	5–10 10–20 20–30	3 10 не менее трех точек на 1 га
3 Земли сельскохозяйственного назначения - до 10,0; - до 100,0; - свыше 100,0	20–30 30–50 100–200	не менее двух точек на 1 га

Таким образом, принятие в производство предлагаемых разработок позволит более успешно выполнять на территории СИЯП постановление закона [55].

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 ЛИТЕРАТУРЫ

1 Анненков, Б. Н. Радиационные аварии и ликвидация их последствий в агро-сфере / Б. Н. Анненков, А. В. Егоров, Р. Г. Ильязов. – Казань : изд-во «Фэн» АН РТ, 2004. – 408 с. – Текст : непосредственный.

2 Анненков, Б. Н. Радиационные катастрофы: последствия и контрмеры в сельском хозяйстве / Б. Н. Анненков. – Москва : Санэпидемия, 2008 г. – 371 с. – Текст : непосредственный.

3 Антонович, К. М. Геопространственное обеспечение землеустроительных и кадастровых работ / К. М. Антонович, Н. А. Николаев, А. А. Струков. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 139–143.

4 Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. Т. 1 : монография / К. М. Антонович. – Москва : ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – 334 с. – Текст : непосредственный.

5 Артемьев, О. И. Радиационное наследие атмосферных испытаний, проведенных на Семипалатинском испытательном полигоне / О. И. Артемьев, М. А. Ахметов, Л. Д. Птицкая. – Текст : непосредственный // Материалы Международной конференции «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях». – Москва, 2000. – С. 43.

6 Атомные взрывы в мирных целях / Сборник статей под ред. И. Д. Морозова. – Москва : Атомиздат, 1970. – 124 с. – Текст : непосредственный.

7 Ахметов, Б. Ж. Разработка схемы создания геодезического обоснования с применением ГНСС-технологий для координатного обеспечения процесса межевания земель / Б. Ж. Ахметов. – Текст : непосредственный // Вестник государственного университета им. Шакарима города Семей. – Семей, 2017. – С. 123–126.

8 Беспалов, Ю. И. Исследование точности измерения превышений электронными тахеометрами / Ю. И. Беспалов, С. Г. Мирошниченко. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2009. – № 3. – С. 12–13.

9 Влияние проведенных работ по созданию дополнительной защиты инженерных сооружений штолен горного массива Делеген на радиационную обстановку припортальных участков» // Е. В. Коровикова, Е. В. Мустафина, А. Ю. Осинцев, В. Н. Дмитропавленко, Ю. Ю. Яковенко. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : сборник трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007–2009 гг. – Павлодар, 2010. – Выпуск 2. – С. 157–201.

10 Влияние розы ветров на хозяйственную деятельность на землях, прилегающих к СИЯП / А. К. Какимов, Я. Г. Пошивайло, Б. Ж. Ахметов, Н. А. Кудеринова, М. А. Минаева. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2013 : сб. материалов VIII Междунар. науч. конгр., 19–29 апр. 2013 г. – Новосибирск : СГГА. – 2013. – Т. 2, ч. 2. – С. 24–28.

11 Вопросы межевания земель Семипалатинского испытательного полигона и прилегающих к нему территорий // Г. А. Уставич, Я. Г. Пошивайло, А. М. Яковенко, Б. Ж. Ахметов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2013. – № 9. – С. 59–64.

12 Вшивкова, О. В. О комплексном подходе к решению рефракционной проблемы / О. В. Вшивкова. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 4. – С. 41–46.

13 ГКИНП (ГНТА)-03-010–03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – Москва : ЦНИИГАиК, 2004. – 244 с. – Текст : непосредственный.

14 ГКИНП (ОНТА)-02-262–02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. – Москва : ЦНИИГАиК, 2002. – Текст : непосредственный.

15 Гольдберг, А. М. Взаимосвязь загрязненных подземных вод и природной среды / А. М. Гольдберг. – Москва : 1987. – 244 с. – Текст : непосредственный.

16 ГОСТ 24846–2012. Грунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений : межгосударственный стандарт. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 22 с. – Текст : непосредственный.

17 ГОСТ Р 59328–2021. Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования : национальный стандарт РФ. – Введ. 01.06.2021. – Москва : Издательство стандартов, 2021. – 49 с. – Текст : непосредственный.

18 Гуляев, Ю. П. Задачи экологического и деформационного мониторинга / Ю. П. Гуляев, А. И. Каленицкий. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1999. – № 3. – С. 49–53.

19 Земельный кодекс Республики Казахстан (с дополнениями и изменениями от 10.01.2006). – Алма-Аты : Жети Жаргы. – 2003.

20 Зонирование и межевание земель, прилегающих к ядерным полигонам, для целей хозяйственного использования (на примере Семипалатинского испытательного ядерного полигона) // Г. А. Уставич, Я. Г. Пошивайло, А. В. Дубровский, Б. Ж. Ахметов, А. О. Пошивайло. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ, 2016. – № 4. – С. 145–157.

21 Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – 2-е изд., доп. – Москва : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с. – Текст : непосредственный.

22 Инструкция по выполнению земельно-кадастровых работ / Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. – 1999. – 41 с. – Текст : непосредственный.

23 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.

24 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.

25 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.

26 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.

27 Исабекова, К. С. Учет розы ветров при межевании земель, прилегающих к угольному месторождению «Қаражыра» // К. С. Исабекова, Н. А. Кудеринова, С. М. Кудеринов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021 – Т. 26, № 4. – С. 108–123.

28 Использование базы данных ГИС для анализа радиационной обстановки мест проведения испытаний ядерного оружия в Казахстане // М. К. Мукушева, Ш. Т. Тухватулин, Ж. Р. Жотабаев, С. А. Баранов, С. А. Березин. – Текст : непосредственный // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2003. – № 2. – С. 66–73.

29 Исследование механизмов формирования поверхностного загрязнения почвогрунтов и донных отложений в зоне реки Шаган / А. О. Айдарханов, С. Н. Лукашенко, С. Б. Субботин, Ю. Ю. Яковенко. – Текст : непосредственный // Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан. – Курчатов. – 2011. – Выпуск 3. – Т. 1. – С. 179–199.

30 Каленицкий, А. И. Геодезическо-гравиметрический мониторинг техногенной геодинамики инженерных сооружений / А. И. Каленицкий. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2000. – № 8. – С. 24–27.

31 Карлсон, А. А. О классификации точного нивелирования короткими лучами / А. А. Карлсон. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1993. – № 6. – С. 11–13.

32 Карпухин, С. С. Картографическое обеспечение экологии и природоохранных мероприятий на основе использования данных дистанционного зондирования Земли / С. С. Карпухин, В. В. Киселёв, В. В. Свешников. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1992. – № 4. – С. 18–21.

33 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.

34 Левчук, Г. П. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ : учебник для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, В. Г. Конусов. – Москва : Недра, 1981. – 438 с. – Текст : непосредственный.

35 Лукашенко, С. Н. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : монография / С. Н. Лукашенко. – Павлодар : Дом печати. – 2010. – 343 с. – Текст : непосредственный.

36 Лурье, А. А. Сельскохозяйственная радиология и радиоэкология / А. А. Лурье. – Москва : МСХА им. К. А. Тимирязева. – 2007. – 227 с. – Текст : непосредственный.

37 Маликов, Б. Н. Экологическое картографирование : учебное пособие / Б. Н. Маликов. – Новосибирск : СГГА, 2000. – 54 с. – Текст : непосредственный.

38 Махонько, К. П. Ветровой подъем радиоактивной пыли с подстилающей поверхности покрытой травой / К. П. Махонько. – Текст : непосредственный // Метеорология и гидрология. – 1986. – № 10. – С. 61–64.

39 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.

40 Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства. ЕСТЗем. 16–05–007–03 : утв. Росземкадастром 17.02.2003 / Федеральная служба земельного кадастра России. – Москва : Росземкадастр, 2003. – 27 с. – Текст : непосредственный.

41 Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. – Введ. – 1999. – Рег. № 5.05.008.99. – 336 с.

42 Назарбаев, Н. А. Проведение комплекса научно–технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние / Н. А. Назарбаев, В. С. Школьник, С. Н. Лукашенко. – Курчатов. – 2016. – Т. 2. – 448 с. – Текст : непосредственный.

43 Неумывакин, Ю. К. Земельно-кадастровые геодезические работы / Ю. К. Неумывакин, М. И. Перский. – Москва : Колос. – 2005. – 184 с. – Текст : непосредственный.

44 Никонов, А. В. Исследование точности измерения расстояний электронными тахеометрами в безотражательном режиме / А. В. Никонов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 43–53.

45 Никонов, А. В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров / А. В. Никонов. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 26–35.

46 Нурпеисова, М. Б. Геодезический мониторинг нарушенных территорий Семипалатинского испытательного полигона / М. Б. Нурпеисова, Ш. Ш. Бекбасаров, А. Б. Умирбаева. – Текст : непосредственный // Вестник КазНУТУ, 2019. – С. 25–29.

47 Нурпеисова, М. Б. О космическом мониторинге Семипалатинского испытательного полигона / М. Б. Нурпеисова, А. Б. Умирбаева. – Текст : непосредственный // Вестник КазГАСА. – 2018. – № 4. – С. 25–28.

48 Нурпеисова, М. Б. Создание экологических карт нарушенных земель / М. Б. Нурпеисова, Е. Левин, А. Б. Умирбаева. – Текст : непосредственный // Материалы 14 междун. конф. молодых ученых «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых». – Москва : ИПКОН РАН, 2019. – С. 103–105.

49 О государственном кадастре недвижимости : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2007. – 30 июля. – № 31. – Ст. 4017. – Текст : непосредственный.

50 О земельно-кадастровых работах : инструкция «Выполнение земельно-кадастровых работ, отдельные работы по землеустройству и земельному кадастру» утвержденная Агентством Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами, г. Астана от 28.07.2006. – Текст : непосредственный.

51 О земельном кадастре : постановление Правительства Республики Казахстан от 06.06.1996 № 710 и изменения «Об утверждении порядка ведения государственного земельного кадастра в Республике Казахстан», редакция от 27.05.2002. – Текст : непосредственный.

52 О радиационной безопасности : постановление Главного государственного санитарного врача Республики Казахстан «Нормы радиационной безопасности НРБ–99» от 01.01.2000. – Текст : непосредственный.

53 О санитарных требованиях : санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» от 03.02.2012 № 202. – Текст : непосредственный.

54 О Семипалатинской зоне ядерной безопасности : закон Республики Казахстан от 05.07.2023 № 16-VIII ЗРК. – Текст : непосредственный.

55 О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне : закон Республики Казахстан № 1787-XII от 18.12.1992 (с изменениями от 27.06.2022 г). – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1001550. – Текст : электронный.

56 О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке : приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 17.08.2012 № 518 // Рос. газ. – 2013. – Текст : непосредственный.

57 Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности : приказ министра здравоохранения Республики Казахстан от 02.08.2022 № ҚР ДСМ-71. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 03.08.2022 № 29012. – Текст : непосредственный.

58 Об утверждении правил выполнения землеустроительных работ по разработке землеустроительного проекта : утверждены приказом министра национальной экономики Республики Казахстан от 06.05.2015 № 379 (с изменениями от 22.12.2015). – Текст : непосредственный.

59 Об утверждении Правил установления на местности границ объектов землеустройства : постановление Правительства Российской Федерации от 20.08.2009 № 688 (С изменениями и дополнениями от 17.05.2016). – URL: <https://www.consultant.ru/>. – Текст : электронный.

60 Об утверждении Санитарных правил «Санитарно–эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам» : приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 25.08.2022 № ҚР ДСМ–90 (с изменениями от 22.04.2023). – Текст : непосредственный.

61 Олейник, А. М. Выбор мест закладки грунтовых реперов с учетом прогнозного изменения геокриологической обстановки от техногенной деятельности /

А. М. Олейник. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. научн. конгр. : Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшедерия» : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Ч. 1. – С. 37–40.

62 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.

63 Особенности создания межевых планов земельных участков, загрязненных радионуклидами / Г. А. Уставич, Я. Г. Пошивайло, Б. Ж. Ахметов, А. О. Пошивайло, А. Б. Болатова. – Текст : непосредственный // 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. 3. – С. 70–75.

64 Оценка влияния результатов разработки месторождения «Каражыра» на состояние подземных вод испытательной площадки «Балапан» бывшего СИП / С. Б. Субботин, Е. А. Новикова, В. В. Романенко и др. – Текст : непосредственный // Вестник НЯЦ РК. – 2012. – № 3. – С. 91–99.

65 Оценка возможностей протекания процессов катастрофического характера на площадке «Балапан» / С. Б. Субботин., С. Н. Лукашенко, С. В. Генова, Л. А. Русинова, А. В. Дроздов, Л. М. Чернова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : сб. трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007–2009 гг. – 2010. – Вып. 2. – С. 401–448.

66 Павлоцкая, Ф. И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах / Ф. И. Павлоцкая. – Москва : Атомиздат, 1974. – 215 с. – Текст : непосредственный.

67 Петраков, Г. А. Повышение точности тригонометрического нивелирования при развитии съемочных сетей / Г. А. Петраков. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1991. – № 5. – С. 10–13.

68 Пискунов, А. М. О точности превышений, полученных из тригонометрического нивелирования короткими лучами / А. М. Пискунов, Н. И. Майоров. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1990. – № 1. – С. 12–14.

69 Пискунов, М. Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений / М. Е. Пискунов. – Москва : Недра, 1980. – 248 с. – Текст : непосредственный.

70 Плющиков, В. Г. Сельскохозяйственное производство в условиях радионуклидного загрязнения / В. Г. Плющиков, О. Г. Семенов. – Москва : Изд-во РУДН. – 2006. – 64 с. – Текст : непосредственный.

71 Подземная миграция искусственных радионуклидов за пределы горного массива «Делеген» / С. Б. Субботин, С. Н. Лукашенко, В. М. Каширский, Ю. Ю. Яковенко, Л. В. Бахин. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : сб. трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007–2009 гг. – 2010. – Вып. 2. – С. 103–157.

72 Полигоны Невада. – URL: https://cs14.pikabu.ru/post_img/big/2022/01/30/8/1643550143114960475.png. – Текст : электронный.

73 Пошивайло, Я. Г. Вопросы межевания земель Семипалатинского испытательного полигона / Я. Г. Пошивайло, Ю. Ю. Яковенко, А. М. Яковенко. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2013: сб. материалов Междунар. науч. конгр., 15–26 апр. 2013 г. – Новосибирск : СГГА, 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 29–33.

74 Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. – Москва : Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993. – Текст : непосредственный.

75 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. «Недро-

пользование. 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.

76 Радиоэкологическое состояние «северной» части территории Семипалатинского испытательного полигона / С. Н. Лукашенко [и др.]. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. – 2010. – Вып. 1. – 234 с.

77 Радиоэкологическое состояние «юго–восточной» (район с. Саржал) части территории СИП. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана / Ю. Г. Стрильчук, С. Н. Лукашенко, В. В. Каширский и др. – Текст : непосредственный // Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан. – 2013. – Т. 1, вып. 4. – С. 15–117.

78 Радиоэкологическое состояние территории угольного месторождения «Каражыра» / С. Б. Субботин, С. Н. Лукашенко, А. О. Айдарханов и др. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : сб. трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан. – 2011. – Т. 1, вып. 3. – С. 289–333.

79 Разработка и совершенствование технологии инженерно-геодезического нивелирования тригонометрическим способом // Г. А. Уставич, М. Е. Рахымбердина, А. В. Никонов, С. А. Бабасов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2013. – № 6. – С. 17–22.

80 РД 07–603–03. Инструкция по производству маркшейдерских работ. Дата введения 2003–06–29. – Текст : непосредственный.

81 Рихванов, Л. П. Радиоактивные элементы в окружающей среде / Л. П. Рихванов. – Томск : СТУ, 2009. – 430 с. – Текст : непосредственный.

82 Ромашова, Л. А. Роль картографического метода исследований в решении проблемы радиационной обстановки окружающей среды / Л. А. Ромашова, О. Н. Николаева, О. А. Волкова. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2012. – № 6. – С. 34–37.

83 Рябова, Н. М. Методика исследования влияния рефракции на цифровые нивелиры / Н. М. Рябова, В. Г. Сальников – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. научн. конгр.: Междунар. научн. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшедерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. – Т. 1, ч. 1. – С. 12–17.

84 Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, почвам и их безопасности, содержанию территорий городских и сельских населенных пунктов, условиям работы с источниками физических факторов, оказывающих воздействие на человека» : постановление Правительства Республики Казахстан от 25.01.2012 № 168. – Текст : непосредственный.

85 Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» : утверждены Постановлением Правительства РК от 03.02.2012 № 202. – Текст : непосредственный.

86 Сборник нормативных актов по регулированию земельных отношений Республики Казахстан. – Астана, 2003. – Текст : непосредственный.

87 Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др. ; под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева. – Москва : Экология, 1991. – 396 с. – Текст : непосредственный.

88 Семипалатинский испытательный полигон / С. Н. Лукашенко, Ю. Г. Стрильчук, С. Б. Субботин и др. – Курчатов : Дом печати. – 2011. – 47 с. – Текст : непосредственный.

89 Семипалатинский испытательный полигон. Современное состояние. – Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Павлодар : Дом печати, 2017. – 52 с. – Текст : непосредственный.

90 Семипалатинский ядерный полигон – URL: <https://kazpravda.kz/uploads/redactors/images/5a07effb107231510469627.jpg>. – Текст : электронный.

91 Скрипников, В. А. Построение плановой разбивочной сети с применением спутниковых геодезических приемников (СПП) / В. А. Скрипников. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2001. – № 6. – С. 41–44.

92 Совершенствование методики веерообразного тригонометрического нивелирования / Г. А. Уставич, А. В. Никонов, И. А. Мезенцев, Е. А. Олейникова. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 33–47. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-33-47.

93 Современное радиоэкологическое состояние окружающей среды на испытательной площадке СИП «САРЫ-УЗЕНЬ» / С. Б. Субботин, Ю. Г. Стрильчук, Е. А. Новиков, В. В. Романенко, Е. Ю. Пестов, Л. В. Бахтин. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана : сб. трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2011–2012 гг. – 2013. – Т. 1, Вып. 4. – С. 117–189.

94 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.

95 СП 2.6.1.2523–09. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ–99) : издание официальное. – Москва, 2009. – 80 с. – Текст : непосредственный.

96 Техничко-экономическое обоснование промышленных кондиций углей месторождения «Каражыра» : отчет / ГАО «Карагандагипрошахт». – Фонд ФПГ «Семей», 1994. – Кн. 1–4. – Текст : непосредственный.

97 Труды международной научной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Оптимизация исследований территорий Семипалатинского испытательного полигона с целью их передачи в хозяйственный оборот». – Курчатов : НЯЦ РК, 2015. – 356 с. – Текст : непосредственный.

98 Умирбаева, А. Б. Методика ведения геодезического мониторинга за деформациями земной поверхности / А. Б. Умирбаева, Ж. Т. Омиржанова. – Текст : непосредственный // Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0 : труды международной конференции. – Алматы : КазНИТУ, 2019. – С. 125–128.

99 Уставич, Г. А. Деформационный мониторинг дневной поверхности испытательных скважин Семипалатинского испытательного ядерного полигона / Г. А. Уставич, А. М. Яковенко. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2015. – № 5. – С. 146–151.

100 Уставич, Г. А. Разработка программ наблюдений тахеометром на нивелирной станции способом из середины / Г. А. Уставич, М. Е. Рахымбердина. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 163–169.

101 Уставич, Г. А. Разработка содержания межевого плана при межевании загрязненных радионуклидами земель, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону / Г. А. Уставич, Б. Ж. Ахметов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 57–61.

102 Уставич, Г. А. Технология выполнения высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами / Г. А. Уставич. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2006. – № 2. – С. 3–6.

103 Учет влияния розы ветров при картографировании и межевании земель, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону // Г. А. Уставич, А. Р. Батуев, Я. Г. Пошивайло, Б. Ж. Ахметов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 123–126.

104 Фокин, А. Д. Сельскохозяйственная радиология // А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. – Москва : Дрофа, 2011. – 415 с. – Текст : непосредственный.

105 Характер и уровни радионуклидного загрязнения площадки «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона. Актуальные вопросы радио-

экологии Казахстана / А. С. Мошков, С. Н. Лукашенко, Ю. Ю. Яковенко и др. – Текст : непосредственный // Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан. – Курчатов. – 2011. – Вып. 3. – Т. 1. – С. 13–81.

106 Ядерные испытания СССР: Цели. Общие характеристики организации ядерных испытаний СССР / В. Н. Михайлов [и др.]. – Саров, 1997. – 286 с. – Текст : непосредственный.

107 Яковенко, А. М., Богатырев А. О. Семипалатинский испытательный полигон и топографо-геодезические методы изучения мест проведения подземных ядерных взрывов / А. М. Яковенко, А. О. Богатырев. – Текст : непосредственный // Матер. междунар. конф. «Иновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления пространственными данными». – Алматы : КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2012. – С. 50–56.

108 Яковенко, А. М. К проведению геодезического мониторинга в эпицентральных зонах ранее проведенных подземных ядерных взрывов на бывшем Семипалатинском испытательном полигоне / А. М. Яковенко. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апреля 2013 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. Т. 1. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 239 с.

109 Яковенко, Ю. Ю. Разработка методики зонирования территории бывшего Семипалатинского ядерного испытательного полигона с применением геоинформационного картографирования // Ю. Ю. Яковенко, Я. Г. Пошивайло, А. М. Яковенко. – Текст : непосредственный // сб. международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС», 2016. – С. 340–348.

110 Ярмоленко, А. С. О точности геодезических работ при межевании земель / А. С. Ярмоленко, П. Ф. Парадия. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 1999. – № 7. – С. 41–43.

111 Flach, P. Analysis of refraction influences in geodesy using image processing and turbulence models / P. Flach. – Dissertation of Swiss Federal Institute of Technology. – Zurich, 2000. – No. 13844. – Текст : непосредственный.