



**Научно–производственный центр  
«ЭКОПРОМСЕРТИФИКА»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «НПЦ «ЭКОПРОМСЕРТИФИКА»



**В.М. Шереметьев**

\_\_\_\_\_ 2024г.

**Проект технической документации проведения  
испытаний ракетно-космического комплекса 14К256**

Предварительные материалы оценки воздействия на  
окружающую среду ракетно-космического комплекса  
14К256

Книга 2  
Том 2

**2024**

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. Описание и анализ фоновое состояние окружающей среды, которая может быть затронута планируемой (намечаемой) деятельностью в результате её реализации .....	8
1.1 Описание и анализ фоновое состояние окружающей среды районов падения отделяющихся частей РКН .....	8
1.2 Социально-экономическая ситуация района реализации планируемой (намечаемой) деятельности .....	48
2. Оценка воздействия на окружающую среду планируемой (намечаемой) деятельности ...	64
2.1 Общие сведения .....	64
2.2 Почвенный покров.....	64
2.2.1 Оценка воздействия на почвенно-растительный покров при подготовке и проведении испытаний РКК.....	64
2.3 Атмосферный воздух.....	65
2.3.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух при подготовке РКК к проведению испытаний.....	65
2.3.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух РКК при проведении пуска РКН70	
2.3.3 Оценка возможности образования кислотных осадков и туманов при проведении испытаний РКК.....	79
2.4 Подземные и поверхностные воды .....	82
2.4.1 Оценка воздействия на подземные и поверхностные воды при подготовке РКК к проведению испытаний.....	83
2.4.2 Оценка воздействия на подземные и поверхностные воды РКК при проведении запуска РН.....	86
2.4.3 Оценка воздействия отделяющихся частей РКН на подземные и поверхностные воды в районах падения .....	88
2.5 Оценка акустического воздействия на окружающую среду.....	95
2.5.1 Оценка акустического воздействия на окружающую среду при подготовке РКК к испытаниям.....	95
2.5.2 Оценка акустического воздействия на окружающую среду при пуске РКН «Рокот».....	96
2.6 Оценка электромагнитного воздействия на окружающую среду .....	97
2.7 Оценка воздействия на околоземное космическое пространство .....	103
2.8 Оценка воздействия на озоновый слой .....	106

2.9 Оценка воздействия на растительность и животный мир.....	112
2.10 Оценка воздействия на окружающую среду РКК после проведения запуска РКН .....	121
2.11 Оценка воздействия на окружающую среду при возникновении возможных аварийных ситуаций при проведении испытаний РКК.....	122
2.12 Образование отходов при проведении испытаний РКК .....	147
2.13 Оценка теплового воздействия на окружающую среду.....	158
3. Меры по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду..	161
4. Предложения по мероприятиям производственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды .....	189
4.1 Контролируемые параметры при проведении производственного экологического мониторинга.....	190
4.2 Выбор оборудования и методов анализа (исследования) для осуществления производственного экологического мониторинга .....	191
4.3 Выбор точек отбора проб, отбор проб при проведении работ по производственному экологическому мониторингу .....	194
4.4 Отображение и документирование результатов мониторинга.....	199
4.5 Периодичность мониторинговых наблюдений.....	199
4.6 Порядок послепроектного анализа и корректировки программы ПЭМ.....	200
4.7 Отчетность по результатам ПЭМ.....	200
4.8 Порядок проведения производственного экологического мониторинга при возникновении аварийной ситуации .....	201
4.9 Мониторинг в РП ОЧ РН .....	203
Резюме нетехнического характера.....	204
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	212
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	215
Приложение 1.....	216
Приложение 2.....	264
Приложение 3.....	282

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

АС - аварийная ситуация

АТ - азотный тетраоксид

АТИН - азотный тетраоксид ингибированный

ВУВ - воздушная ударная волна

ГВС - газоздушная смесь

ГО - головной обтекатель

ГСМ - горюче-смазочные материалы

ГЭЭ - государственная экологическая экспертиза

ДУ - двигательная установка

ДВС - двигатель внутреннего сгорания

ДМА - диметиламин

ДЭС - дизельная электростанция

ЗНС - заправочно-нейтрализационная станция

ИЗА - индекс загрязнения воздуха

КГЧ - космическая головная часть

КИП - командно-измерительный пункт

КПА - контрольно-проверочная аппаратура

КРК - космический ракетный комплекс

КРН - комплекс ракеты носителя

КРТ - компоненты ракетного топлива

КСИСО - комплекс средств измерений, сбора и обработки информации

ЛОС - летучие органические соединения

МДМГ - метилендиметилгидразин

МИК - монтажно-испытательный корпус

НАКУ - наземный автоматизированный комплекс управления

НВОС – негативное воздействие на окружающую среду

НДМГ - несимметричный диметилгидразин

НКУ - наземный комплекс управления

НМУ - неблагоприятные условия погоды

ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия

ОВОС - оценка воздействия на окружающую среду

ОКП - околосреднее космическое пространство  
ОПС - окружающая природная среда  
ОС - окружающая среда  
ОЧ РН - отделяющиеся части ракеты-носителя  
ОХВ - опасные химические вещества  
ПВБ - пожаро- и взрывобезопасность  
ПДК - предельно допустимая концентрация (рз – рабочей зоны, мр – максимально разовая, сс – среднесуточная, хп – воды хозяйственно-питьевого назначения, рх – воды рыбохозяйственных водоемов)  
ПРС - приемно-регистрирующая станция  
ПС - продукты сгорания  
ПН - полезная нагрузка  
ПУ - пусковая установка  
ПЭМ - программа экологического мониторинга  
РКД - ракетно-космическая деятельность  
РКК - ракетно-космический комплекс  
РКТ - ракетно-космическая техника  
РН - ракета-носитель  
РП - район падения  
СЗЗ - санитарно-защитная зона  
СИ - системы измерений  
СК - стартовый комплекс  
СМИ - средства массовой информации  
СПУ - стационарная пусковая установка  
СТМИ - система телеметрических измерений  
ТМТ - тетраметилтетразен  
ТУ - технические условия  
ТК - технический комплекс  
ЧС - чрезвычайная ситуация  
ЭМ - экологический мониторинг  
ЭМИ - электромагнитное излучение

## **ВВЕДЕНИЕ**

В проекте технической документации проведения испытаний ракетно-космического комплекса 14К256, включая «Материалы оценки воздействия на окружающую среду ракетно-космического комплекса 14К256» (далее – материалы ОВОС) представлена оценка воздействия на окружающую среду РКК 14К256, который предназначен для выведения КА посредством модернизированного РКК «Рокот» с модернизированной РКН «Рокот», а также представлены характеристики состояния компонентов окружающей природной среды территорий космодрома «Плесецк» и районов падения (РП) отделяющихся частей РКН «Рокот», прогноз и оценка воздействия комплекса на окружающую среду при испытаниях на космодроме «Плесецк», а также предложения по экологическому мониторингу этого воздействия.

Предварительный вариант материалов ОВОС разработан в соответствии с требованиями приказа Минприроды России от 01 декабря 2020 года N 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду».

Результаты исследования по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности содержащиеся в настоящих материалах включают в себя следующее:

- определение характеристик планируемой (намечаемой) деятельности и возможных альтернатив, в том числе отказа от деятельности;
- анализ состояния территории, на которую может оказать влияние планируемая (намечаемая) хозяйственная и иная деятельность в том числе состояние окружающей среды, имеющаяся антропогенная нагрузка и ее характер, наличие особо охраняемых природных территорий и их охранных зон, водоохраных зон водных объектов или их частей; водно-болотных угодий международного значения, зон с особыми условиями использования территорий, иных территорий (акваторий) или зон с ограниченным режимом природопользования и иной хозяйственной деятельности, устанавливаемых

в соответствии с законодательством Российской Федерации в целях охраны окружающей среды;

- выявление возможных воздействий планируемой (намечаемой) деятельности на окружающую среду;

- оценку воздействий на окружающую среду планируемой (намечаемой) деятельности (степень, характер, масштаб, зона распространения воздействий, а также прогнозирование изменений состояния окружающей среды при реализации планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности;

- определение мероприятий, предотвращающих и (или) уменьшающих негативные воздействия на окружающую среду, оценка их эффективности и возможности реализации;

- разработку предложений по мероприятиям программы производственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды с учетом этапов подготовки и реализации планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности.

Выявленные при проведении оценки воздействия на окружающую среду ракетно-космического комплекса 14К256 неопределенности в определении воздействий планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду отсутствуют.

**1. Описание и анализ фонового состояния окружающей среды, которая может быть затронута планируемой (намечаемой) деятельностью в результате её реализации**

**1.1 Описание и анализ фонового состояния окружающей среды районов падения отделяющихся частей РКН**

При проведении запуска РКН «Рокот» на орбиты выведения высотой 800 км и наклоном 86,4°, 82,5° и 98,0° планируется использовать районы падения (РП) отделяющихся частей РКН характеристики, которых указаны в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 – Характеристики РП ОЧ РКН «Рокот» при выведении КА

Отделяющиеся части РН	Дальность от старта и координаты центра района	Размеры осей эллипса рассеивания	Примечание
Наклонение 86,4°			
Ускоритель I ступени	L = 1076 км φ = 72°25'38" с.ш. λ = 44°21'15" в.д.	Эллипс: большая полуось 40км, малая полуось 20км	Баренцево море, на расстоянии ~230 км западнее о. Южный архипелага Новая Земля (Россия). Экономическая зона России
Створки ГО	L = 1371 км φ = 75°00'52" с.ш. λ = 46°10'18" в.д.	Круг: R = 50км	Баренцево море, на расстоянии ~215 км западнее о. Северный архипелага Новая Земля (Россия). Экономическая зона России
Ускоритель II ступени	L = 3664 км φ = 83°08'24" с.ш. λ = 177°25'29" з.д.	Круг: R = 50км	Северный Ледовитый океан, на расстоянии (от границы РП) ~1050 км северо-восточнее архипелага Новосибирские острова (Россия). Нейтральные воды
Наклонение 98,0°			
Ускоритель I ступени	L = 1083 км φ = 71° 55'00" с.ш. λ = 31° 31'00" в.д.	Эллипс: большая полуось 40км, малая полуось 20км	Баренцево море, на расстоянии (от границы РП) ~115 км севернее побережья

			Норвегии. Экономическая зона Норвегии
Створки ГО	L = 1359 км φ = 74°01'00" с.ш. λ = 27°01'00" в.д.	Круг: R = 50км	Баренцево море, на расстоянии (от границы РП) ~270 км севернее побережья Норвегии. Экономическая зона Норвегии
Ускоритель II ступени	L = 3867 км φ = 77°11'00" с.ш. λ = 75°18'00" з.д.	Круг: R = 50км	Море Баффина, на расстоянии (от границы РП) ~27 км восточнее о. Элсмир (архипелаг Острова Королевы Елизаветы, Канада) и ~25 км западнее о. Гренландия (Дания). Экономические зоны Канады и Дании
Наклонение 82,5°			
Ускоритель I ступени	Форма и размеры района (М-5): четырёхугольник с координатами: 1) φ = 71° 38' с.ш; λ = 47° 29' в.д. 2) φ = 73° 06' с.ш; λ = 49° 38' в.д. 3) φ = 72° 47' с.ш; λ = 51° 49' в.д. 4) φ = 71° 20' с.ш; λ = 49° 34' в.д. Координаты центра прицеливания: 72° 00'00" с.ш., 49° 03'00" в.д L = 1075 км	Четырёхугольник Средняя длина 178 км, Средняя ширина 80 км.	Баренцево море, на расстоянии (от ближайшей точки границы РП) ~20 км западнее о. Южный архипелага Новая Земля (Россия). Территориальные воды и экономическая зона России
Створки ГО	L = 1374 км φ = 74°24'00" с.ш. λ = 53°07'00" в.д.	Круг: R = 25км	Баренцево море, на расстоянии (от ближайшей точки границы РП)) ~12 км западнее о.Северный архипелага Новая Земля (Россия). Территориальные воды и экономическая зона России

Ускоритель II ступени	L = 3895 км φ = 78°16'00" с.ш. λ = 163°55'00" з.д.	Круг: R = 50км	Северный Ледовитый океан, на расстоянии (от границы РП) ~1050 км северо-восточнее архипелага Новосибирские острова (Россия). Нейтральные воды.
--------------------------	--	-------------------	--

Трассы выведения КА и размещение РП ОЧ РН схематично представлены на рисунке 1.1.1.



Рисунок 1.1.1 - Карта-схема прохождения трасс выведения КА и размещения РП ОЧ РН

Районы падения ОЧ РН расположены в акваториях Баренцева моря, Северного Ледовитого океана и моря Баффина.

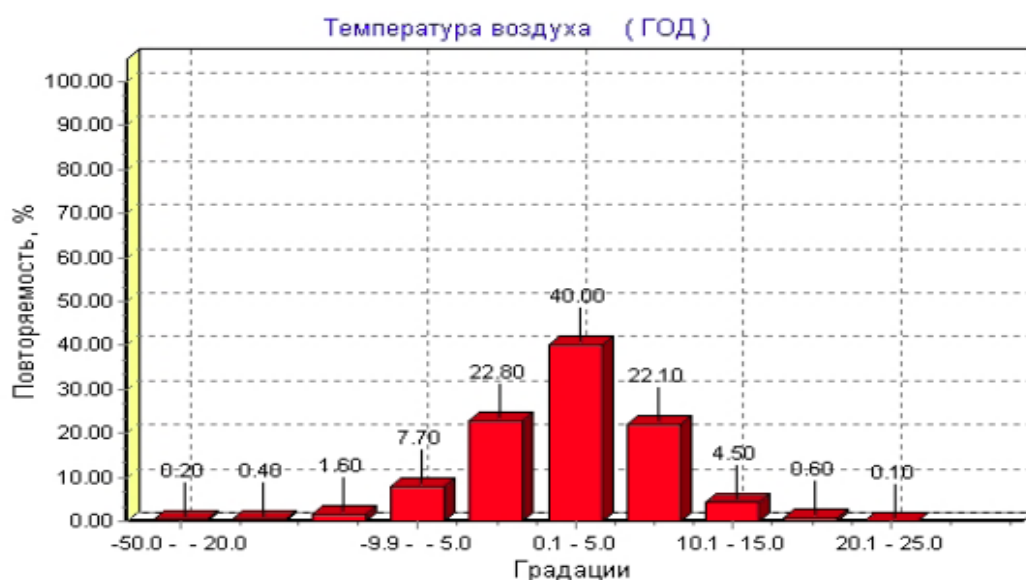
Баренцево море занимает самое западное положение среди арктических морей, омывающих берега России. Море расположено на континентальном шельфе между северным берегом Европы и островами Вайгач, Новая Земля, Земля Франца-Иосифа, Шпицберген и Медвежий. Небольшие острова в основном сгруппированы в архипелаги, расположены вблизи материка или более крупных островов, например, Крестовые, Горбовы, Гуляевы Кошки и пр. Большое количество островов и отмеченное их расположение – одна из географических особенностей моря. Баренцево море относится к типу материковых окраинных морей. Оно свободно сообщается с теплым Норвежским морем и холодным Арктическим бассейном, а также Карским и Белым морями. Площадь Баренцева моря – 1424 тыс. км<sup>2</sup>, средний объем воды – 285 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 200 м, наибольшая 513 м.

Климат Баренцева моря полярный морской, наиболее теплый среди шельфовых морей Северного Ледовитого океана. Хотя Баренцево море относится к числу ледовитых и почти 3/4 его поверхности ежегодно покрывается льдом, но в отличие от других морей Арктики, оно никогда не замерзает полностью. Даже в зимний период около 1/4 его площади остается свободной ото льда, что объясняется притоком теплых атлантических вод, препятствующих охлаждению поверхностного слоя до температуры замерзания.

Климатические условия Баренцева моря определяются соседством его с теплым Норвежским морем и холодными районами Арктического бассейна. Через Баренцево море проходят траектории подавляющей части теплых североатлантических циклонов, идущих на восток и северо-восток вглубь арктической области. Часто перенос теплых воздушных масс прерывается мощным вторжением гребней полярного антициклона, сопровождающийся проникновением холодных арктических воздушных масс далеко на юг.

Синоптические процессы в Баренцевом море развиваются особенно бурно. Это один из самых беспокойных и изменчивых по погоде районов. По сравнению со всеми морями Арктики климат Баренцева моря отличается высокими температурами воздуха, мягкими зимами и большим количеством осадков. В северной части моря господствует арктический воздух, на юге моря - воздушные массы умеренных широт. На границе этих двух основных потоков проходит атмосферный арктический фронт, направленный от Исландии через о. Медвежий к северной оконечности Новой Земли. Здесь часто образуются циклоны и антициклоны, влияющие на характер погоды в Баренцевом море. Зимой происходит углубление Исландского минимума и при его взаимодействии с Сибирским максимумом обостряется арктический фронт, что влечет за собой усиление циклонической деятельности над центральной частью Баренцева моря. В результате этого над морем устанавливается весьма изменчивая погода с сильными ветрами, большими колебаниями температуры воздуха, выпадением обильных осадков. В этот сезон дуют преимущественно юго-западные ветры. На северо-западе моря часто наблюдаются также северо-восточные ветры, а в юго-восточной части моря — ветры с юга и юго-востока. Скорость ветра обычно 4-7 м/с, но временами увеличивается до 12-16 м/с. Среднемесячная температура самого холодного месяца — марта — равна на Шпицбергене  $-22^{\circ}\text{C}$ , в западной части моря  $-2^{\circ}\text{C}$ , на востоке, у о. Колгуева,  $-14^{\circ}\text{C}$  и в юго-восточной части  $-16^{\circ}\text{C}$ . Такое распределение температуры воздуха связано с обогревающим действием Норвежского течения и охлаждающим влиянием Карского моря. Летом Исландский минимум становится менее глубоким, а Сибирский антициклон разрушается. Над Баренцевым морем формируется устойчивый антициклон. Вследствие этого здесь держится относительно устойчивая, прохладная и пасмурная погода со слабыми, преимущественно северо-восточными, ветрами. В самые теплые месяцы - июль и август - в западной и центральной частях моря среднемесячная температура воздуха равна  $8-9^{\circ}\text{C}$ , в юго-восточном районе она несколько ниже - примерно

7°C и на севере понижается до 4-6°C. Обычная для лета погода нарушается вторжением воздушных масс из Атлантического океана. При этом ветер меняет направление на юго-западное и усиливается до 10-12 м/с. Такие вторжения происходят главным образом в западной и центральной частях моря, в то время как на севере продолжает сохраняться относительно устойчивая погода. В переходные сезоны (весной и осенью) происходит перестройка барических полей, поэтому над Баренцевым морем преобладает неустойчивая пасмурная погода с сильными и переменными по направлению ветрами. Весной нередки осадки, выпадающие «зарядами», температура воздуха быстро повышается. Осенью понижение температуры происходит медленно. Средняя годовая температура воздуха характеризуется следующими значениями: о. Медвежий - 1.6°C, Баренцбург (Шпицберген) -5.2°C, Бухта Тихая (ЗФИ) -10.5°C. За год в открытой части Баренцева моря преобладают температуры воздуха в 40% случаев со значениями 0,1-5°C. На второй и третьей позиции температуры с градациями 0-(-4,9)°C и 5,1-10°C, соответственно 22,8 и 22,1% (рисунок 1.1.2). В прибрежной части температура варьирует в зависимости от географического положения отдельных пунктов береговой линии.



*Рисунок 1.1.2 - Повторяемость температуры воздуха в открытой части Баренцева моря*

Юго-западный район находится под сильным воздействием циклонической циркуляции и теплого Нордкапского течения. Частые выносы тепла циклонами, отдача тепла от поверхности моря в атмосферу делают этот район аномально теплым. Ветры здесь сильные, преимущественно юго-западного направления. Температура воздуха зимой  $-2, -3^{\circ}\text{C}$ , летом  $8,9^{\circ}\text{C}$ . Метеорологический режим отличается небольшой междусуточной и межгодовой изменчивостью температуры воздуха, устойчивым направлением ветра, частыми осадками, значительной облачностью. Юго-восточный район характеризуется частой сменой теплого атлантического воздуха холодным воздухом с Евразийского континента, поэтому здесь наблюдаются большие градиенты температуры. Температура воздуха резко понижается к востоку и юго-востоку, т.е. к району, в котором велико влияние холодных вод Карского моря, поступающих сюда через проливы Карские ворота и Югорский Шар. Среднемесячная температура  $-7^{\circ}\text{C}$  зимой и  $7^{\circ}\text{C}$  летом.

Северо-западный район - это акватория севернее о. Медвежий, находящаяся под сильным влиянием Арктического бассейна. Район выделяется наиболее низкими температурами воздуха и водных масс, плавучими льдами, наличием айсбергов. Зима суровая ( $-22^{\circ}\text{C}$ ), ветры преимущественно северо-восточного направления. В целом регион испытывает значительные воздействия атлантических воздушных масс, особенно при перемещении циклонов с юго-запада на северо-восток. Среднемесячные температуры в центральном районе колеблются от  $-4$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  зимой и от  $3$  до  $5^{\circ}\text{C}$  летом, в юго-восточном районе от  $-15$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  зимой и от  $1$  до  $3^{\circ}\text{C}$  летом. Баренцево море – одно из самых штормовых в Мировом океане. Волнение в Баренцевом море ввиду открытого характера последнего достигает значительной силы. Даже в зимнее время большие площади моря свободны ото льда. Зимой при штормовых волнениях высота волн в открытом море достигает  $10-11$  м. Наиболее высокие волны на юго-востоке образуются при северных и северо-восточных ветрах, их высота может превышать  $10$  м. Наибольшая

повторяемость скорости ветра для открытой части Баренцева моря за год характерна для скоростей в диапазоне 6-10 м/с — 43% (рисунок 1.1.3). С ноября по февраль очень высока доля ветров с градацией 11-15 м/с, от 24% в ноябре до 27,2 в январе – самом штормовой месяце года. В целом регион испытывает значительные воздействия атлантических воздушных масс, особенно при перемещении циклонов с юго-запада на северо-восток.

Большой приток теплых атлантических вод делает Баренцево море одним из самых теплых в Северном Ледовитом океане. Значительная часть моря от берегов до 75°с.ш. круглый год не замерзает и имеет положительные значения поверхностной температуры. Влияние адвекции тепла атлантических вод особенно заметно проявляется в юго-западной части моря и незначительно на юго-востоке из-за малых глубин в этом районе.



*Рисунок 1.1.3 - Повторяемость скорости ветра в открытой части Баренцева моря*

Вместе с тем, именно это обстоятельство способствует более интенсивному радиационному прогреву данного региона летом и поэтому в июле-августе температура воды здесь достигает 8°C. В поверхностном слое максимальная температура наблюдается в юго-западной части моря (9°C в

июне-сентябре), минимальная ( $0^{\circ}\text{C}$ ) - у кромки льда. С июля по октябрь область максимальных температур распространяется также и на юго-восточную часть моря, положение изотерм становится близким к широтному. Сезонное изменение температуры воды повсеместно невелико, на юго-западе и в северной части моря оно не превышает  $5-6^{\circ}\text{C}$  и только на юго-востоке достигает  $10^{\circ}\text{C}$ . В атлантической водной массе на крайнем юго-западе моря поверхностная температура воды зимой не опускается ниже  $3^{\circ}\text{C}$  и не превышает  $6^{\circ}\text{C}$ , летом она лежит в пределах от  $7$  до  $13^{\circ}\text{C}$ . В районах, где возможно появление льда, абсолютный минимум ограничен температурой замерзания, равной  $-1.8^{\circ}\text{C}$ . Летние максимальные температуры в поверхностном слое достигают в северо-западной части моря  $4-7^{\circ}\text{C}$ , на юго-востоке  $15^{\circ}\text{C}$  в открытой части моря и  $20-23^{\circ}\text{C}$  в Печорской губе. С глубиной колебания температуры воды уменьшаются. В юго-восточной части моря на горизонте  $50$  м они составляют около  $2/3$  от их величины на поверхности. Распределение температуры воды на нижележащих горизонтах отражает развитие в море процессов конвекции (зимой) и летнего прогрева. В летний период происходит формирование сезонного термоклина, которое начинается с перехода теплового баланса поверхности моря к положительным значениям и продолжается до августа-сентября, когда глубина слоя скачка достигает таких значений, при которых перемешивание в поверхностном слое уже не может заметно повлиять на условия в слое термоклина. На юго-западе моря максимальные градиенты температуры воды не превышают  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{м}$ , а на остальной его глубоководной акватории достигают  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{м}$ ; в юго-восточной части моря и в прибрежных районах максимальные градиенты приходится на слой  $10-25$  м и  $0-10$  м и составляют  $0,4^{\circ}\text{C}/\text{м}$ . В большой степени распределение температуры в толще воды Баренцева моря зависит от проникновения теплых атлантических вод, от зимнего охлаждения и от рельефа дна. Поэтому изменение температуры воды по вертикали происходит неодинаково. В юго-западной части, наиболее подверженной влиянию атлантических вод,

температура плавно и в небольших пределах понижается с глубиной, оставаясь положительной до самого дна. На северо-востоке моря зимой отрицательная температура распространяется до горизонта 100-200 м, глубже она повышается до  $+1^{\circ}\text{C}$ . Летом поверхность моря имеет невысокую температуру, которая быстро понижается до 25-50 м, где сохраняются низкие значения температуры ( $-1.5^{\circ}\text{C}$ ), достигнутые при зимнем охлаждении. Ниже, в слое 50-100 м, не затронутом зимней вертикальной циркуляцией, температура повышена до  $-1^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, между 50 и 100 м наблюдается холодный промежуточный слой. В тех впадинах, куда не проникают теплые воды и происходит сильное выхолаживание, например, Новоземельский желоб, Центральная котловина и т.д., температура воды однородна по всей толще зимой, а летом от небольших положительных значений на поверхности понижается до  $-1,75^{\circ}\text{C}$  у дна. Подводные возвышенности служат препятствиями на пути движения атлантических вод, поэтому последние обтекают их. В местах обтекания повышений низкие температуры поднимаются близко к поверхности воды. Кроме того, над возвышенностями и на их склонах вода охлаждается больше. В районе Центральной возвышенности зимой температура воды одинаково низкая от поверхности до дна. Летом она понижается с глубиной и в слое 50-100 м имеет минимальные значения. Ниже температура снова повышается, но до самого дна остается отрицательной. Таким образом, и здесь имеется промежуточный слой холодной воды, но его не подстилают теплые атлантические воды. В юго-восточной части моря изменения температуры с глубиной имеют ярко выраженный сезонный ход. Зимой температура всей толщи воды отрицательна. Весной верхний 10-12-метровый слой охватывается прогревом, ниже его температура резко понижается ко дну. Летом прогревание поверхностного слоя достигает наибольших величин, поэтому понижение температуры между горизонтами 10 и 25 м происходит резким скачком. Осенью охлаждение выравнивает температуру по всему слою, которая к зиме становится почти однородной по вертикали бывает в августе.

Баренцево море относится к числу ледовитых морей, но в отличие от других морей Арктики оно никогда не покрывается льдом полностью. Это происходит благодаря притоку атлантических вод, приносящих такое количество тепла, которое не позволяет воде охладиться до температуры замерзания. Поскольку ледообмен Баренцева моря незначителен, и составляет около 3% ото льда в конце зимы, то в море в основном преобладают льды местного происхождения. Только в отдельные годы поступают многолетние льды в северо-западную и северо-восточную части моря, а также приносятся зимой из Белого моря и через новоземельские проливы. Ледовитость Баренцева моря неодинакова. Колебания ее связаны с интенсивностью Нордкапского течения, атмосферной циркуляцией и с общим потеплением или похолоданием Арктики. Наибольшая ледовитость наблюдается обычно во второй декаде апреля, наименьшая - в конце августа и в первой половине сентября. В августе-сентябре аномально теплых лет море полностью очищается ото льда, а в аномально холодные годы ледяной покров в эти месяцы сохраняется на 40-50% его площади, располагаясь преимущественно в северных районах. Средняя амплитуда сезонных колебаний составляет 60%. Ледообразование в море начинается в ноябре на юго-востоке, в октябре в центральных районах и в сентябре в северной части. Преобладают плавучие льды. Припай развит слабо. Небольшие площади припай занимает в Канинско-Печорском районе и у Новой Земли. Среди плавучих льдов распространены айсберги. В течение зимнего периода льды в море распространяются с севера на юг и с востока на запад. Этот процесс продолжается до апреля включительно, затем, вплоть до сентября, происходит отступление кромки льда на север и на восток и его разрежение главным образом за счет вытаивания более тонких льдов. В годы аномально большой ледовитости, кромка льдов в апреле спускается в западных районах южнее 73°с.ш. Ото льда юго-восточная часть моря обычно очищается в мае, но иногда они держатся здесь до августа. Толщина льда за зиму достигает 70-75 см Центральные районы моря освобождаются ото льда в июне-июле. К

этому времени он достигает толщины 1 м. Наибольшая толщина льда (150-160 см) отмечена у мыса Желания (Новая Земля). Минимальное количество льдов на севере моря бывает в августе.

В Баренцевом море существует сложная система поверхностных и глубинных течений, самым общим свойством которых является движение вод против часовой стрелки (рисунок 1.1.4). Сформированная крупномасштабными процессами в системе океан-атмосфера северной Атлантики, она активно реагирует на изменчивость синоптических условий непосредственно над акваторией Баренцева моря, распространение приливной волны из Атлантики и Арктического бассейна и изменчивость плотностной структуры морских вод.

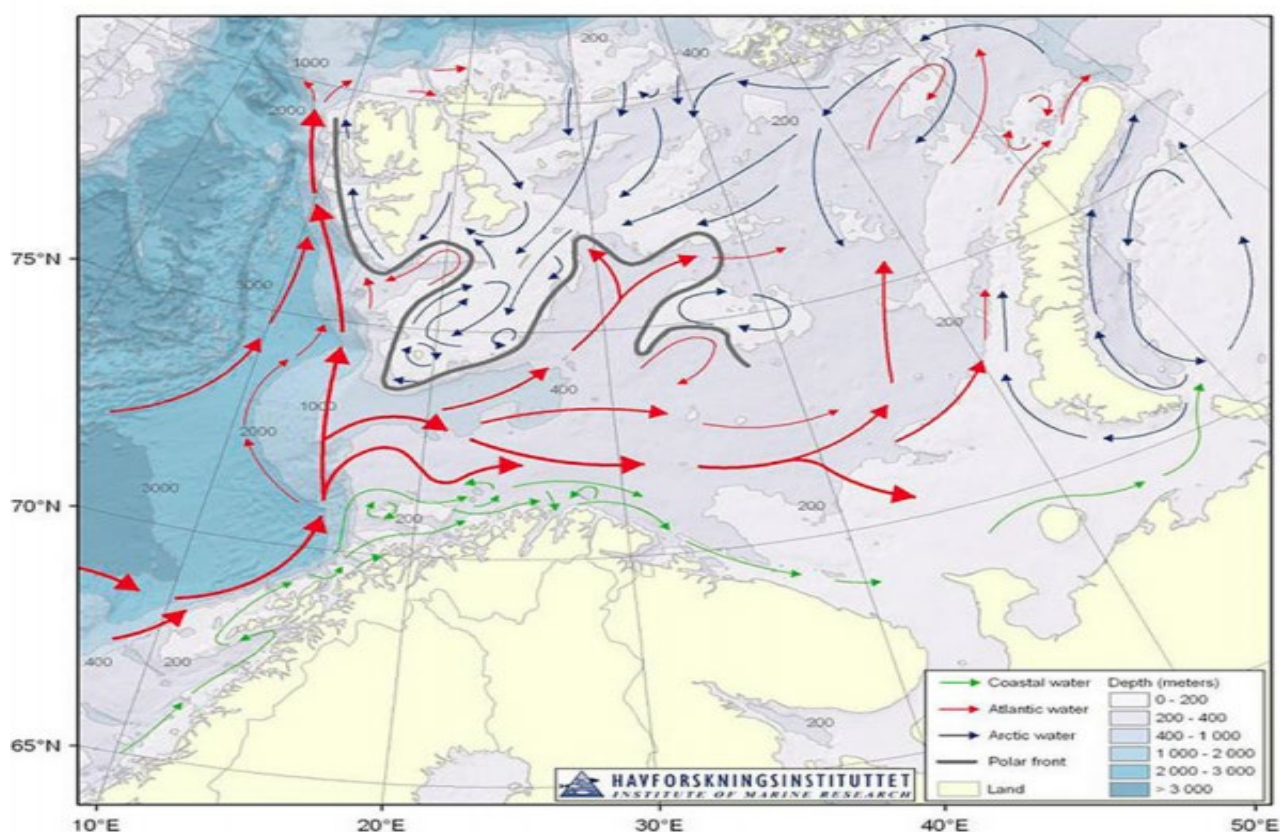


Рисунок 1.1.4 - Основные течения и системы переноса водных масс в районе Баренцева моря

В структуре вод Баренцева моря различаются четыре водные массы:

1. Атлантические воды (от поверхности до дна), поступающие с юго-запада, севера и северо-востока из Арктического бассейна (от 100 - 150 м до дна). Это теплые и соленые воды.

2. Арктические воды, входящие в виде поверхностных течений с севера. Они имеют отрицательную температуру и пониженную соленость.

3. Прибрежные воды, приходящие с материковым стоком из Белого моря и с прибрежным течением вдоль берегов Норвегии и Норвежского моря.

4. Баренцевоморские воды, образующиеся в самом море в результате трансформации атлантических вод и под влиянием местных условий.

Для переноса вод Баренцева моря наибольшее значение имеют устойчивые течения, связанные с водообменом на его границах, а также дрейфовые течения синоптического масштаба, развивающиеся под воздействием полей ветра при прохождении барических образований над Баренцевым морем. Наиболее мощный и устойчивый поток, обуславливающий гидрологический режим моря, образует теплое Нордкапское течение. Оно входит в море с запада и по мере продвижения на восток разделяется на несколько ветвей. На 25° в.д. это течение разделяется на Прибрежное, шириной 20-30 миль и скоростью на поверхности около 40 см/с, и Северное, шириной около 60 миль и скоростью 13 см/с. От меридианов Кольского залива часть вод Прибрежной ветви Нордкапского течения отклоняется к юго-востоку, движется вдоль берега Кольского полуострова и уходит в Белое море. Другая часть Прибрежного течения следует на северо-восток, образуя Мурманское течение, имеющее северо-восточное направление. В районе Северо-Канинской банки оно отделяет от себя небольшую ветвь на восток, которая под названием Колгуево-Печорского течения уходит в Печорское море. Отделив Колгуево-Печорскую ветвь, Мурманское течение продолжает движение на северо-восток и уже под названием Новоземельское течение достигает Маточкина Шара, откуда отклоняется к северо-западу. Особую группу составляют Беломорское и

Печорские стоковые течения, которые отличаются пониженной соленостью. Северная ветвь Нордкапского течения, встретив повышение дна на  $73^{\circ}$  с.ш. и  $30^{\circ}$  в.д., поворачивает на северо-восток. Однако часть ветви движется на восток и юго-восток, где включается в циклонический круговорот. Основная масса вод северной ветви Нордкапского течения поворачивает на запад и юго-запад. Холодные течения из Арктического бассейна направлены к югу от Земли Франца-Иосифа и вдоль восточного берега Шпицбергена. В районе возвышенности Персея с востока на запад проходит течение «Персея», которое, сливаясь с холодными водами у о. Надежды, образует Медвежинское течение (со средней скоростью 50 см/с). На северо-востоке в море входит течение Макарова, а через Карские Ворота холодные воды течения Литке. Одной из главных особенностей динамики вод Баренцева моря являются приливные течения. Вызванные приливными колебаниями уровня они имеют такую же периодичность, но смена направлений приливных течений в разных районах моря происходит неодинаково. Вдоль Мурманского берега и в западной части Печорского моря течение, возникающее при приливе, меняется на противоположное, при отливе. В открытых частях моря направление течений в большинстве случаев меняется по часовой стрелке, а на некоторых банках - против нее. Смена направлений приливных течений происходит одновременно по всему слою воды от поверхности до дна.

Скорость приливных течений, как правило, превышает скорость постоянных, особенно в поверхностном слое, где они достигают 150 см/с. Большими скоростями характеризуются приливные течения вдоль Мурманского берега, при входе в воронку Белого моря, в Канинско-Колгуевском районе и на Южно-Шпицбергенском мелководье. В открытой части моря скорости приливных течений составляют 10-20 см/с, на юго-востоке 30-40 см/с, на западной границе моря - 30-50 см/с. Приливные течения захватывают всю толщу вод Баренцева моря. Скорости течений с глубиной, как правило, постепенно уменьшаются, особенно в тех районах, где на поверхности

они значительны. Однако на глубинах 20-50 м в слое скачка плотности при ярко выраженном сезонном термоклине скорости приливных течений увеличиваются.

Связь Баренцева моря с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами при относительно небольшом и локализованном речном стоке делает химический состав баренцевоморской воды чрезвычайно близким к океаническим водам. Общие гидрохимические условия Баренцева моря во многом определяются его крайним положением и особенностями гидрологических процессов, в частности хорошим перемешиванием водных слоев. С ним тесно связано содержание и распределение растворенных в воде газов и биогенных веществ. Воды моря хорошо аэрированы. Содержание кислорода в толще воды по всей площади моря близко к насыщению. Максимальные величины в верхних 25 м в течение лета достигают 130%. Минимальное значение 70-75% обнаружено в глубоких частях Медвежинской впадины и на севере Печорского моря. Пониженное содержание кислорода наблюдается на горизонте 50 м, над которым обычно расположен слой воды с развитым фитопланктоном. Количество растворенных в воде нитратов возрастает от материка к северу и от поверхности ко дну. Летом количество нитратов в поверхностном (0-25 м) слое уменьшается и к концу сезона они почти полностью потребляются фитопланктоном. Осенью с развитием вертикальной, циркуляции содержание нитратов на поверхности начинает повышаться за счет поступления из нижележащих слоев. Фосфаты обнаруживают такой же годовой ход стратификации, как нитраты. Следует отметить, что в районах распространения холодного промежуточного слоя последний замедляет обмен газами и питательными солями между поверхностными и глубинными слоями. Запас биогенных веществ в поверхностном слое пополняется летом за счет воды, образованной при таянии льда. Этим объясняется вспышка развития фитопланктона у кромки льдов. Соленость Баренцева моря определяется, прежде всего, интенсивностью его

водообмена с окружающими бассейнами, поскольку объем этих вод более чем на два порядка превышает остальные составляющие пресноводного баланса. Особенно сильное влияние оказывают атлантические воды. Их приток на западной границе составляет по разным оценкам от 49 до 74 тыс. км<sup>3</sup>/год. На северной и северо-восточной границе приходные и расходные составляющие водообмена составляют 5-10 тыс. км<sup>3</sup>/год; их результирующая, равная 500 км<sup>3</sup>/год, направлена в Баренцево море; в проливе Карские Ворота она направлена из Баренцева моря в Карское и составляет 20 тыс. км<sup>3</sup>/год. В итоге 2/3 акватории моря находятся под влиянием атлантических вод и даже на поверхности моря соленость воды превышает 34‰, составляя в ядре (73° с.ш., 20-35° в.д.) 35‰. На остальной акватории моря соленость колеблется в пределах 32-34 ‰. Наибольшие величины распреснения имеют место на юго-востоке моря, куда выносятся распресненные беломорские воды (31-33 ‰) и поступает основное количество материковых вод. Максимальная соленость на поверхности моря (35‰) наблюдается в его юго-западной части (Нордкапский желоб), где проходят соленые атлантические воды и где не образуются, и не тают льды. К северу и югу соленость понижается до 34,5‰ благодаря таянию льдов. Еще более распреснены (32-33‰) воды в юго-восточной части моря, где таяние льдов сочетается с мощным притоком пресных вод с суши. Изменения солености на поверхности моря происходят не только от места к месту, но и от сезона к сезону. Зимой по всему морю соленость – около 35‰, в юго-восточной части – 32,5-33‰, так как в это время года усиливается приток атлантических вод и происходит интенсивное льдообразование. Весной почти повсеместно сохраняются высокие значения солености. Лишь узкая прибрежная полоса у Мурманского берега и в Канинско-Колгуевском районе имеет пониженную соленость: опреснение здесь вызвано постепенно возрастающим материковым стоком. Летом сокращается приток атлантических вод, растаивают льды, речная вода распространяется далеко в море, поэтому повсюду соленость понижается. Во второй половине сезона она везде становится ниже 35‰. В

юго-западной части соленость равна 34,5‰, а в юго-восточной – 29‰, а иногда и 25‰. Осенью в течение некоторого времени по всему морю соленость остается пониженной. Но вследствие уменьшения речного стока и начавшегося льдообразования соленость повышается. Соленость у побережья Новой Земли зимой и весной составляет 34,5‰, летом и осенью понижается до 33,5-34‰ и менее, что может объясняться как общим летним снижением солености на юго-востоке Баренцева моря, так и значительным поступлением сильно опресненных вод Карского моря с течением Литке. В северной части моря водная масса имеет соленость аналогичную арктической водной массе (32-34‰); летом ее соленость понижается дополнительно за счет таяния льда. Ледовые процессы отражаются только на сезонных изменениях солености, среднегодовые величины солености не зависят от льда, т.к. явно выраженного годового стока или притока льда на границах моря не наблюдается. Осолонение при льдообразовании не приводит к заметному повышению солености у поверхности, т.к. льдообразование сопровождается интенсивной конвекцией. Годовая изменчивость солености в море имеет место в основном в поверхностном слое. В сезонном термоклине и ниже ее практически нет. Сезонные колебания солености в атлантической водной массе происходят за счет летнего понижения солености при превышении осадков над испарением; в других районах моря они обусловлены дополнительно таянием льда, а на юго-востоке моря, главным образом, речным стоком и Беломорским стоковым течением. Последний район отличается особым режимом солености: здесь формируется обширная зона распресненных вод, сосредоточенных в тонком слое (0-10 м), в результате чего вертикальный градиент солености в летние месяцы превышает 1,0‰ на м и образуется слой скачка; возникает сезонный галоклин сходный с сезонным термоклином и усиливающий плотностную стратификацию вод. При уменьшении речного стока и усилении ветрового перемешивания (в августе-ноябре) соленость воды быстро увеличивается и, следовательно, летнее распреснение меньше сказывается на ледовых процессах,

чем, например, в Карском море, где к моменту льдообразования соленость поверхностных вод ниже. По-разному распределяется соленость с глубиной, что связано с рельефом дна и притоком атлантических и речных вод. В большинстве районов Баренцева моря соленость увеличивается от 34‰ на поверхности до 35,1‰ у дна. Над подводными возвышенностями изменения солености по вертикали еще меньше. Мало изменяется распределение солености по глубине и то сезона к сезону. Летом поверхностный слой опреснен, а с горизонта 25-30 м начинается повышение. Зимой скачок сглаживается. В значительно больших пределах изменяются величины солености с глубиной в юго-восточной части моря. Разность солености на поверхности и у дна может достигать нескольких промилле. Хорошо заметны в этом районе и сезонные изменения вертикального распределения солености. Зимой соленость почти выравнивается по всей толще воды. Весной речные воды начинают опреснять поверхностный слой. Летом опреснение его усиливается за счет растаявшего льда, поэтому между горизонтами 10 м и 25 м образуется резкий скачок солености. Осенью сокращение стока и льдообразование вызывают увеличение солености и выравнивание ее по глубине. В отличие от сезонной изменчивости, межгодовая изменчивость солености зависит в большей мере от колебаний речного стока, чем от других составляющих пресноводного баланса.

Баренцево море остается относительно незагрязненным. К основным источникам загрязнения моря можно отнести:

- нефтяное загрязнение моря, как при добыче, так и при транспортировке нефти;
- загрязнение сточными водами прибрежных населенных пунктов;
- загрязнение радиоактивными веществами (захоронение радиоактивных отходов и утилизация подводных лодок).

В настоящее время вследствие предполагаемого активного освоения нефтяных месторождений в Баренцевом и Карском морях может существенно

увеличиться поступление нефтепродуктов, как при эксплуатации месторождений, так и в процессе их транспортировки и перегрузки. Для северных морей разработка нефтяных месторождений представляет особую опасность, что связано с низкими темпами химического, биохимического и микробиологического окисления нефтепродуктов вследствие низких температур воды и воздуха. Это приводит к более существенному загрязнению морских вод и грунтов по сравнению с умеренными и тропическими зонами при одинаковых темпах поступления. Дополнительным источником поступления загрязненных вод является индустриальная деятельность непосредственно на морских акваториях, включая морской транспорт, разработку месторождений, захоронение (дампинг), прямой сброс, аварийные ситуации. Система теплых атлантических течений формирует гидрофизическую и геоэкологическую ситуацию в южной части моря. Близость европейских промышленных центров определяет высокую значимость трансграничного океанического переноса поллютантов для баренцево-морской экосистемы. С североатлантическими водами в бассейн поступают тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты, радионуклиды. Важна роль атмосферного переноса загрязняющих веществ. В виде аэрозолей они приносятся с территорий Северной Европы и Кольского полуострова. Спектр тяжелых металлов, мигрирующих в атмосфере моря, пополняется из региональных источников аэрозолями Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Cr и Hg. Эффект от их поступления возможен в полосе таяния дрейфующего льда, аккумулировавшего атмосферные выпадения в зимний период.

К числу наиболее распространенных загрязнителей морской среды относятся нефтепродукты или нефтяные углеводороды. Их распространение происходит, главным образом, в поверхностном слое вод. Содержание нефтепродуктов в воде варьирует на разных участках акватории моря от 0 до 0,1 мг/л (2 ПДК). Их среднегодовое содержание составляет 0,01 мг/л. Неравномерность концентрации обусловлена, в большей степени, гидрологическими процессами – течениями и гидрофронтами. Несмотря на

отдаленность Баренцева моря от сельскохозяйственных районов, в водной среде локально обнаруживаются пестициды. С точки зрения радиационного загрязнения особую опасность представляют собой суда и хранилища отходов ФГУП «Атомфлот» и Северного флота.

Флора и фауна Баренцева моря достаточно разнообразна. Среди млекопитающих выделяются белуха (*Delphinapterus leucas*), нарвал (*Monodon monoceros*), гренландский кит (*Balaena mysticetus*), малый полосатик (*Balaenoptera acutorostrata*), атлантический морж (*Odobenus rosmarus rosmarus*), кольчатая нерпа (*Phoca hispida*), морской заяц (*Erignathus barbatus*), гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandicus*), белый медведь (*Ursus maritimus*).

Насчитывается более 25 видов птиц, наиболее распространены кайры (*Uria lomvia*), чистики (*Alcidae*), люрики (*Alle alle*). Всего насчитывается 178 видов макроводорослей, из них 74 - бурые, 70 - красные и 34 - зеленые. Основной видовой состав сосредоточен на юго-западе. По систематическому составу флора водорослей Баренцева моря представляет собой обедненную флору Северной Атлантики. Наиболее разнообразным по качественному (видовому) и количественному (биомассе) составу является мурманское побережье. В направлении от него на север и северо-восток Баренцева моря, а также на юг к Белому морю наблюдается обеднение видовой состава.

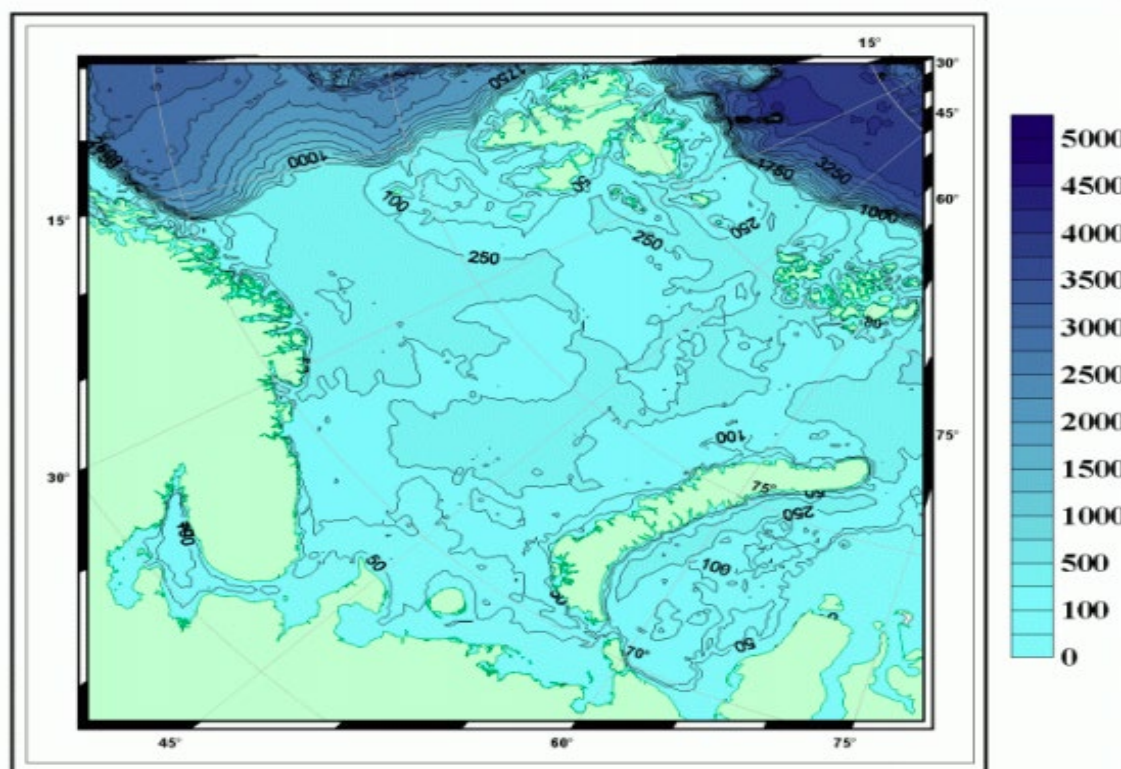
Баренцево море богато различными видами рыб, растительным и животным планктоном и бентосом. У южного побережья распространены морские водоросли. Из 114 видов рыб, обитающих в Баренцевом море, наиболее важны в промысловом отношении 20 видов: треска (*Gadus morhua*), пикша (*Melanogrammus aeglefinus*), сельдь (*Clupea*), морской окунь (*Sebastes*), полосатая зубатка (*Anarhichas lupus*), синяя зубатка (*Anarhichas denticulatus*), камбала (*Pleuronectiformes*), атлантический палтус (*Hippoglossus hippoglossus*) и другие. В 20 веке был завезён камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*),

который смог адаптироваться к новым условиям и начать интенсивно размножаться.

Баренцево море охватывает западную часть арктического шельфа, включающую Баренцево-Карскую окраинно-материковую плиту, ограниченную прогибами Северного Ледовитого и севера Атлантического океанов. Баренцево море охватывает западную часть арктического шельфа, включающую Баренцево-Карскую окраинно-материковую плиту, ограниченную перикратонными прогибами Северного Ледовитого и севера Атлантического океанов. На протяжении позднего палеозоя и мезозоя эта обширная акватория была областью устойчивого прогибания, зафиксированного осадочно-породным чехлом толщиной до 15-17 км. Основными структурными элементами акватории Баренцева моря, выявленными в результате работ, проведенных объединениями Севморгеология, Арктикоморнефтегазразведка, Союзморгео и другими, являются Южно-Баренцевская, Северо-Баренцевская, Восточно-Баренцевская впадины, Центрально-Баренцевское поднятие. С востока рассматриваемая акватория отделена Новой Землей от Южно-Карской синеклизы. Западнее Центрально-Баренцевского поднятия расположен Нордкапский прогиб, а Северо-Баренцевская впадина ограничена с запада Шпицбергенской антеклизой, с севера – сводовым поднятием Земли Франца-Иосифа. В восточной части Северо-Баренцевской впадины выделяется обширное Адмиралтейское поднятие, отделенное Прогибом Седова от Новой Земли. Южно-Баренцевская впадина (ЮБВ) представляет собой типичную синеклизу. Глубина залегания фундамента в ее осевой части достигает 16 км, подошвы пермских отложений – более 10 км, а юрских – 2,5-3,5 км. Это обширная область длительного прогибания, протягивающаяся с юго-запада на северо-восток (до Лудловской седловины) на 550 км, ширина ее от Новой Земли до склона Центрально-Баренцевского поднятия 350 км. Центрально-Баренцевское поднятие наиболее отчетливо выделяется по верхним горизонтам осадочного

чехла. Дно моря в основном сложено мезокайнозойскими осадочными породами чехла молодой Баренцево-Печорской платформы, в южной части – верхнепротерозойскими осадочно-вулканогенными комплексами Южно-Баренцево-Тиманской складчатой системы. Представляет собой сложно расчленённую подводную равнину с небольшим уклоном с востока на запад с чередованием подводных возвышенностей и желобов различных направлений, на склонах сформировались террасовидные уступы на глубинах 70 и 200 м. Наиболее глубокие районы расположены на западе, близ границы с Норвежским морем. Характерны обширные мелководные банки. В южной части море имеет глубину преимущественно менее 200 м и отличается выровненным рельефом (рисунок 1.1.5). Из более мелких форм рельефа выявляются следы древних береговых линий, ледниково-денудационные и ледниково-аккумулятивные формы и песчаные гряды, сформированные сильными приливными течениями. На глубинах менее 100 м, особенно в южной части моря, донные осадки представлены песками, часто с примесью гальки; на склонах пески распространяются на большие глубины. На мелководьях возвышенностей центральной и северной частей моря – илистый песок, песчанистый ил, в депрессиях – ил. Всюду присутствует примесь грубообломочного материала, что связано с ледовым разносом и широким распространением реликтовых ледниковых отложений. Мощность осадков в северной и средней частях менее 0,5 м, вследствие чего на отдельных возвышенностях древние ледниковые отложения практически находятся на поверхности. Медленный темп осадкообразования (менее 30 мм в 1 тыс. лет) объясняется незначительным поступлением терригенного материала. В Баренцево море не впадает ни одной крупной реки (кроме Печоры, оставляющей почти весь свой твёрдый сток в пределах Печорской губы), а берега суши сложены в основном прочными кристаллическими породами. Нефтегазоносные комплексы акватории Южно-Баренцевского НГБ и Печорского моря – области сочленения с Тимано-Печорским НГБ –

характеризуются региональной нефтегазоносностью. Разрез состоит из пяти нефтегазоносных комплексов, отличающихся составом коллекторов, условиями экранирования, типами ловушек, историей формирования месторождений: 1) нижний, выделяемый в настоящее время условно, доверхнедевонский; 2) верхнедевонско-нижнепермский; 3) верхнепермско-триасовый; 4) юрский; 5) меловой. На шельфе содержится четверть российских запасов нефти и половина запасов газа. На Баренцево море приходится 49% запасов. Даже при низкой геологической и геофизической изученности на шельфе Баренцева моря открыто 11 месторождений, в том числе 4 нефтяных (Приразломное, Долгинское, Варандейское, Медыньское), 3 газовых (Мурманское, Лудловское, Северо-Кильдинское), 3 газоконденсатных (Штокмановское, Поморское, Ледовое) и 1 нефтегазоконденсатное (Северо-Гуляевское). Одно только Штокмановское месторождение – крупнейшее в мире, содержит около 4000 млрд. м<sup>3</sup> газа. Протяженность береговой черты Баренцева моря – 6645 км. Береговая линия изрезана многочисленными фьордами, заливами и бухтами; отдельные ее участки относятся к различным морфологическим типам. На западе, от мыса Нордкап до полуострова Среднего, к морю подходит гористый берег Норвегии, восточнее, до о. Кильдин, прибрежные горы становятся ниже, еще восточнее берег представляет собой волнистую равнину с отвесными скалами. Для юго-восточной части моря характерны низменные пологие берега. Западный берег Новой Земли на его южном участке, до Горбовых островов, невысокий всхолмленный, севернее к морю подходят ледники Новоземельских гор, некоторые из них стекают в море. Ледяные берега встречаются также на Земле Франца-Иосифа и на Шпицбергене.



*Рисунок 1.1.5 - Рельеф дна Баренцева моря*

Северный Ледовитый океан - наименьший из океанов, его площадь всего 14,75 млн. км<sup>2</sup>, т. е. немногим более 4 % от всей площади Мирового океана. Средняя глубина океана 1225 м, максимальная - 5527 м. Следовательно, Северный Ледовитый океан и самый мелководный из всех океанов. Иногда его рассматривают как одно из морей Атлантического океана.

Почти вся поверхность акватории океана покрыта слоем льда. Еще 15 лет назад участок ледяного покрова оценивался в 12,4 млн км<sup>2</sup>, но в связи с глобальным потеплением и массовым таянием снегов он сократился почти вдвое.

Наличие постоянного ледового покрова Северного Ледовитого океана приводит к изоляции морских вод от воздействия солнечной радиации. В связи с этим большое значение в формировании гидрологического режима приобретают воды из Атлантики, а также речные стоки, которые влияют как на соленость, так и на водную циркуляцию в океане. Водоем состоит из

нескольких слоев водных масс, которые кардинально различаются по температуре:

- поверхностный слой – располагается на глубинах до 25–50 метров и отличается низкой температурой воды менее  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- подповерхностный слой – находится на глубине от 50 до 200 метров и имеет более холодную воду в сравнении с поверхностным, около  $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- промежуточный слой – простирается под подповерхностным и состоит преимущественно из теплых вод, которые поступают в океан из Гренландского моря. Распространяется до глубин 750–800 метров.
- глубинный слой – самый нижний водный массив, который проникает в океан в виде шельфовых вод Баренцева и Чукотского морей, а также со стороны Гренландского моря. Температура воды в этом слое составляет  $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , кроме Канадской котловины, где термометр показывает до  $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Отдельные участки океана имеют аномальные значения температуры, которые отличаются от средних показателей по акватории. В частности, в море Бофорта, на западе Восточно-Сибирского моря и на юге котловины Подводников есть места с температурой поверхностных вод до  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Некоторые участки в Канадском суббасейне могут прогреваться до  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в отдельных глубинных районах Арктики отклонения от средних значений составляют  $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Соленость воды в океане определяется глубиной и удаленностью от побережья. В устьях рек и прилегающих к ним районах морей Лаптевых, Карского, Восточно-Сибирского она составляет около 20 ‰, что связано с опреснением вод со стороны рек. В центральной части акватории этот показатель поднимается до 30-35 ‰.

Послойное распределение солености связано с воздействием речных вод и слабым испарением. Поверхностные слои обычно имеют сниженную соленость, которая варьируется от 28 до 33,5 ‰. Однако в некоторых регионах

есть исключения из правил. Так, в Норвежском море, где преобладает Северо-Атлантическое течение, поверхностный слой отсутствует, поэтому соленость достигает 34-35 ‰.

Как и в случае с температурой, в некоторых местах океана существуют зоны, где наблюдаются аномальные показатели солености. В частности, вдоль берегов Евразии проходят участки, в которых значения на 2 ‰ выше обычных, а вдоль побережья Северной Америки существуют места с соленостью 2-4 ‰ ниже среднего. Граница между этими зонами тянется по хребту Ломоносова.

Основную биомассу Северного Ледовитого океана образуют холодоводные водоросли в приатлантических районах, в морях обитают промысловые рыбы – треска, пикша, навага, палтус. На льдах вблизи островов и побережий встречаются белые медведи, тюлени, моржи.

Положение Северного Ледовитого океана за небольшими исключениями внутри полярного круга определяет главную особенность его климатических условий: преобладание отдачи тепла по сравнению с его поступлением от Солнца. Особенно это проявляется зимой, в условиях полярной ночи, которая продолжается, как известно, от одних суток у полярного круга до 176 на полюсе. Но и в течение полярного лета приход тепла ничтожно мал по сравнению с расходом в основном из-за его отражения поверхностью ледяного покрова, площадь которого в сентябре достигает 7 млн км<sup>2</sup>. Основным источником тепла, попадающего в атмосферу над Северным Ледовитым океаном и в его водные массы, являются воды теплых течений, поступающих из Атлантики через Северо-Европейский бассейн и частично — из Тихого океана через Берингов пролив. Не меньшее значение имеет относительно теплый воздух, выносимый циклонами, формирующимися в этих регионах в течение всего года.

Зимой над Арктическим бассейном, покрытым практически весь год мощными (более 4 м) дрейфующими льдами, и над Гренландией с ее ледяным панцирем устанавливаются антициклональные условия, температура может

снижаться до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Крайние моря Сибири и межостровные воды Канадского Арктического архипелага покрываются льдом, температура воздуха над всей акваторией отрицательна, для крайних частей океана характерны штормовые ветры значительной силы. Общая площадь ледяного покрова Северного Ледовитого океана в марте достигает 11 млн км<sup>2</sup>. Свободными от льда остаются только Норвежское и частично Гренландское и Баренцево моря, через которые проникают ветви теплого Северо-Атлантического течения: Ирмингера - в Баффинов залив, Норвежское и его продолжения (Западно-Шпицбергенское и Нордкапское) - на север и на восток соответственно. Над этими бассейнами со стороны Исландского минимума распространяются циклоны, иногда достигая приполюсных районов Арктического бассейна, а также Карского моря и даже Новосибирских островов. Температура воздуха над южной частью Норвежского моря  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но над большей частью Канадского архипелага она почти так же низка, как над Арктическим бассейном. Подо льдом температура воды в поверхностном слое близка к точке замерзания.

Летом высокое атмосферное давление сохраняется над покрытой льдами Гренландией. Отдельные антициклональные ядра существуют и в других местах, но в целом давление над Северным Ледовитым океаном понижается, и усиливается циклоническая деятельность. Сильного прогрева воздуха не происходит. Над Арктическим бассейном температура летних месяцев равна  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , над крайними морями Азии, освобожденными от зимнего ледяного покрова,  $4...6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , над Норвежским морем  $10...12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Наиболее холодным остается Канадский Арктический архипелаг: там преобладающая температура короткого летнего периода  $-10...-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выше  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  она вообще не поднимается.

Не происходит также существенного прогрева поверхностных вод в течение летнего периода. Подо льдом температура их повышается лишь на десятые доли градуса, на открытых пространствах до  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На открытой поверхности морей вода может прогреваться до  $2...8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

С прекращением ледостава на реках и исчезновением ледяного покрова в окраинных морях Сибири при преобладающих ветрах с континента в сторону океана в его водах образуется избыток воды, порождающий стоковое течение, которое, пополняясь водой со стороны Тихого океана через Берингов пролив, приобретает постоянный характер. Пересекая океан, оно направляется в Атлантику через пролив между Шпицбергом и Гренландией. Это Трансарктическое течение, усиливается ветрами со стороны Гренландии в Атлантический океан, является главным путем выноса плавучих льдов и айсбергов на юг, давая начало Восточно-Гренландскому течению, играет немалую роль в общем охлаждении Канадского Арктического архипелага и северо-восточных частей Северо-Американского материка.

Климатические особенности Северного Ледовитого океана, являющиеся следствием его приполярного положения, а также его размеры и характер связей с другими океанами определяют соленость его поверхностных вод, которая в целом ниже средней океанической и значительно изменяется в течение года. Главные причины этого — опресняющее воздействие речного стока крупных рек Евразии и Северной Америки и таяние льдов в летнее время. Средние показатели солености колеблются от 30 до 32 ‰, наибольшие значения (34-35 ‰) характерны для районов Земли Франца-Иосифа и Шпицбергена, что связано с выносом соленых вод из Атлантического океана. В летнее время соленость понижается, особенно у берегов материков (до 20-10 ‰). Зимой под покровом льдов соленость возрастает, а на значительных глубинах достигает 34,5-35 ‰.

Северный - Ледовитый океан имеет очень широкий шельф, он занимает 50% площади дна Северного Ледовитого океана, большие подводные окраины материков.

Из - за этого средняя глубина океана небольшая - 40 % его площади имеет глубины менее 200 м.

Северный Ледовитый океан орографически неоднороден. Здесь

выделяется три глубоководных бассейна - Арктический, Северо-Европейский и Канадский.

Бассейны между собой они разделены зонами шельфа и океаническими хребтами.

Самый крупный хребет - Ломоносова протянулся от Новосибирских островов через Северный полюс к Канадскому Арктическому архипелагу на 2000 км.

В центральной части океана находится срединно-океанический хребет Гаккеля, который является продолжением Срединно-Атлантического хребта. Хребет Гаккеля разделяет дно океана на котловины Амундсена (к востоку от хребта) и Нансена (к западу от хребта). В центральной части океана находятся хребты Ломоносова (он проходит через Северный полюс) и Менделеева. В отличие от хребта Гаккеля эти хребты не являются срединно-океаническими, а больше напоминают горы суши. Между хребтами Менделеева и Ломоносова располагается котловина Макарова, а между хребтами Ломоносова и Гаккеля котловина Амундсена.

Котловина Северного Ледовитого океана образована двумя плитами - Евразийской и Североамериканской.

Вытянутое по меридиану, море Баффина расположено между Гренландией и восточными берегами Канадского Арктического архипелага. Западной границей его служит восточное побережье островов Элсмир, Норт-Девон, Байлот, Баффинова Земля и восточные границы Северо-Западных проливов. Восточная граница моря проходит по западному берегу Гренландии. С севера и с юга море ограничивают условные линии: на севере - м. Шеридан (о. Элсмир) - м. Браунт (о. Гренландия), на юге - параллель 70° с.ш. между берегами Баффиновой Земли и Гренландии.

Море Баффина имеет слабую связь с морем Линкольна Северного Ледовитого океана. В северной части моря Баффина лежит узкий, но довольно глубокий (200-800 м) пролив Нэрс, который состоит из последовательно

расположенных с севера на юг частей: пролива Робсон, бассейна Холл, пролива Кеннеди, бассейна Кейн и пролива Смит. Ширина пролива Робсон в наиболее узком месте около 12 м, его наибольшая глубина - 718 м. На юге море Баффина свободно сообщается через широкий и глубокий Девисов пролив с Атлантическим океаном. Оно относится к океаническим межостровным морям. Площадь его равна 530 тыс. км<sup>2</sup>, объем - 426 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина - 804 м, наибольшая глубина - 2414 м.

Целиком расположенное за Полярным кругом, между холодным Северным Ледовитым океаном и сравнительно теплой северо-западной частью Атлантического океана, море Баффина характеризуется климатом арктической зоны. Ему свойственны большие сезонные изменения температуры воздуха, малооблачная погода с небольшим количеством осадков, преобладание северных и северо-западных ветров. Зима очень холодная и сухая, лето холодное, с частыми туманами.

Море Баффина находится в зоне влияния Исландского атмосферного минимума и Полярной области повышенного давления, которые в основном определяют сезонные изменения атмосферной циркуляции над морем. Крупномасштабные барические поля над районом моря Баффина остаются более или менее стационарными в любой сезон.

Зимой здесь ощущается воздействие отрога полярной области повышенного давления, поэтому преобладает холодная ясная погода. В самом холодном месяце, феврале, среднемесячная температура воздуха от -20°C на юге до -30°C на севере. Лишь в самых южных районах, у побережья Гренландии, она повышается до -18°C. В этот сезон дуют преимущественно северные и северо-западные ветры со скоростью 6-9 м/с. Для зимы характерна активизация циклонической деятельности. Североатлантические циклоны довольно часто проходят над морем в восточном и северо-восточном направлениях. Они несут с собой некоторое повышение температуры воздуха и усиление ветра, иногда до штормового. В прибрежных районах у западного

берега Гренландии иногда наблюдаются местные ветры - фены. Это очень сильные (их скорость иногда превышает 55 м/с), сухие, теплые ветры преимущественно северо-восточного, восточного и южного направлений, которые дуют с гор на низменные участки побережья. Они могут вызывать повышение температуры воздуха за сутки на 20°C и больше, а также значительно понижать влажность. Фены здесь отмечаются 1-2 раза в месяц и могут продолжаться от нескольких часов до нескольких суток.

Летом Полярный максимум перемещается к северу, и его влияние на море Баффина ощущается в меньшей степени. В это время года над морем прослеживается неглубокая ложбина Исландского минимума. Такая барическая обстановка обуславливает преобладание с июня по август юго-западных и западных ветров, дующих в среднем со скоростью 4-6 м/с. Скорость ветра увеличивается в общем от прибрежных к открытым районам моря. В течение лета 1-2 раза в месяц наблюдаются выходы циклонов с юго-запада. Они следуют через море к северо-западному побережью Гренландии и несут с собой усиление ветра и некоторое повышение температуры воздуха. Циклоны, приходящие также 1-2 раза в месяц из района Канадских Арктических островов к северному берегу Гренландии, вызывают значительное похолодание (до -10-12°C), которое сопровождается сильным ветром. Температура воздуха в общем несколько понижается с юга на север. В самом теплом месяце июле ее значения изменяются от 5-6°C на юго-востоке, у побережья Гренландии, до 2-3°C у северных границ моря. На открытых пространствах моря среднемесячная температура воздуха равна 4°C, а максимальная -16°C. Суточные колебания температуры воздуха относительно невелики.

Положение моря Баффина в высоких арктических широтах, его ограниченная связь с Северным Ледовитым и свободное сообщение с Атлантическим океанами в основном определяют его гидрологические условия.

В сравнительно небольшом по размеру море Баффина выделяют два географических типа структуры и переходную зону смешения.

Тип Баффина занимает пространства примерно от центральных районов моря до западных и северо-западных берегов. Эта структура формируется под влиянием сезонного прогрева и охлаждения поверхности моря, а также приносимых с севера холодных вод и циркуляционных процессов. Ее образуют холодные (с отрицательной температурой зимой и летом) и распресненные (с соленостью около 31‰) поверхностные воды. Они поступают сюда из Арктического бассейна через северные проливы и распространяются от поверхности до горизонта 100 м. Под ними до горизонтов 100-500 и даже 1000 м залегают более теплые (от  $-0,5$  до  $0^{\circ}\text{C}$ ) и более соленые (33-34‰) воды, образующиеся в результате перемешивания вод при осенне-зимней конвекции. От горизонтов 500-1000 м и до дна располагаются более холодные ( $-0,5-1^{\circ}\text{C}$ ) с мало изменяющейся соленостью (около 34-34,5‰) глубинные воды. Они не участвуют в общей циркуляции моря Баффина, и их обновление происходит нерегулярно. Эти воды образуются в Арктическом бассейне и приходят в центральные районы моря через северные проливы.

Структура вод Западно-Гренландского типа наблюдается от западного берега Гренландии до центральных районов моря Баффина. Она образуется в результате зимнего выхолаживания и летнего прогрева поверхности моря, проникновения теплых атлантических вод и циркуляционных процессов. Эта структура включает в себя поверхностные воды и распространяется до горизонтов 200-500 м. Зимой они имеют отрицательную температуру и соленость около 34‰, летом их температура повышается до  $4-5^{\circ}\text{C}$ , а соленость понижается до 32‰. От горизонта 300 до 750-1000 м залегают относительно теплые ( $0-2^{\circ}\text{C}$ ) и соленые (34-34,5‰) промежуточные воды. Их образование связано с проникновением в море Баффина атлантических вод. Они заходят с юга и распространяются в верхних слоях вдоль западных берегов Гренландии до о. Диско. При дальнейшем движении к северу эти воды (как более плотные) погружаются в нижележащие горизонты. Под прослойкой промежуточных вод располагаются глубинные воды с температурой  $-0,4^{\circ}\text{C}$  и соленостью несколько

большой 34,5‰. Величины этих характеристик с глубиной незначительно изменяются.

Температура воды на поверхности моря Баффина повышается с запада на восток, что связано с влиянием холодных вод, поступающих через северные проливы и распространяющихся вдоль западных берегов, и потока теплых вод, входящих с юга и продвигающихся к северу у побережья Гренландии и в центральных районах моря.

Зимой в поверхностном слое температура равна  $-1,5-1,7^{\circ}\text{C}$ . Температура почти не изменяется с глубиной в подповерхностных горизонтах, ниже она начинает несколько повышаться и на горизонте 100 м почти по всему морю достигает  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , в его восточной части  $-1^{\circ}\text{C}$ , а возле о. Диско -  $0^{\circ}\text{C}$ . С глубиной температура продолжает повышаться и на горизонте 300 м становится равной  $0-1^{\circ}\text{C}$ , а на 500-метровом горизонте достигает максимальных значений  $-1-2^{\circ}\text{C}$ . Отсюда начинается понижение температуры, и в придонных слоях она равна  $-0,4-0,5^{\circ}\text{C}$ .

Летом море Баффина прогревается относительно слабо, к тому же часть тепла расходуется на таяние льдов. В связи с этим температура воды на поверхности невысока, и ее значения в пределах моря изменяются от близких к  $0^{\circ}\text{C}$  до  $5^{\circ}\text{C}$ . Низкая температура воды наблюдается у юго-западного берега и в центральной части моря. Ее более высокие значения прослеживаются в прибрежных водах Гренландии, в северной и северо-западной частях центрального бассейна моря. В северных проливах температура воды отрицательная. В этот сезон характерно существование поверхностного (0-10 м) относительно прогретого слоя, от которого температура вначале довольно резко (до горизонтов 15-20 м), а затем плавно понижается с глубиной и на горизонте 100 м равна  $-1-1,5^{\circ}\text{C}$ . Лишь у берега Гренландии, примерно до о. Диско, она имеет значение  $0-1^{\circ}\text{C}$ . С увеличением глубины температура вновь повышается до  $1,5-2^{\circ}\text{C}$  на горизонте 500 м, а затем понижается до  $-0,4^{\circ}\text{C}$  у дна.

Соленость изменяется в небольших пределах на всем пространстве моря. Зимой на поверхности она близка к 34‰ и почти не изменяется с глубиной. Начиная с горизонта 500 м и до дна, она увеличивается до 34,5‰ и несколько более, но не достигает 35‰.

Летом под влиянием таяния льда соленость на поверхности моря ниже. С запада на восток она несколько увеличивается (от 31 до 32‰). Лишь в прибрежных водах Гренландии, к северу от о. Диско, она уменьшается до 31,5‰. От самого верхнего (0-10 м) распресненного слоя соленость довольно плавно увеличивается с глубиной. На горизонте 100 м она во всем море становится равной 31,5‰ на горизонте 300 м - 34‰ и далее увеличивается до 34,5‰ в придонных водах.

Плотность воды на поверхности зимой сравнительно высокая во всем море, с глубиной она несколько увеличивается.

Летом на свободных ото льдов и прогретых пространствах плотность поверхностного слоя пониженная. В подповерхностных горизонтах (10—20 м) плотность заметно увеличивается, а затем она незначительно повышается к дну. Вертикальный ход величин плотности обуславливает довольно высокую устойчивость водных слоев в море.

Расслоение вод по плотности наиболее заметно выражено летом в верхних (0-20 м) горизонтах в районах таяния льда. Сравнительно небольшие площади чистой воды, ее переслоенность и относительно слабые ветры летом препятствуют развитию ветрового перемешивания в море. Оно охватывает здесь лишь тонкий (0-10 м) поверхностный слой. С началом осеннего охлаждения развивается конвекция, которая усиливается зимой за счет осолонения при льдообразовании. Конвекция проникает до горизонтов 300-500 м, где располагаются относительно теплые и соленые воды. Распространение перемешивания до более глубоких горизонтов и обмен глубинных вод происходят довольно медленно.

Преобладание ветров с малыми скоростями и присутствие значительного количества льда на протяжении большей части года обуславливают преимущественно слабое волнение в море. В летние месяцы обычно наблюдается волнение 1-2 балла. Осенью оно иногда увеличивается до 3-4 баллов и очень редко достигает 5 баллов и более. Наиболее часто волнение наблюдается при северных и северо-западных ветрах. Вследствие небольших разгонов преобладают волны высотой до 0,8-1 м. Даже при жестоких осенних штормах высоты волн немногим превышают 1 м. Зыбь отмечается на юго-востоке моря, у побережья Гренландии.

Рельеф дна моря Баффина довольно расчлененный. В нем хорошо выражены шельф, материковый склон и ложе. Наиболее развит шельф в восточной и северной (до пролива Смита) частях моря и простирается здесь до глубин 400 и даже 600 м. Дно у западного побережья Гренландии (особенно от м. Фарвель до залива Мелвилл) расчленено глубокими извилистыми долинами, которые являются продолжением прибрежных долин этого острова. Северная часть шельфа холмистая, но менее изрезанная, чем восточная и западная части. Рельеф западной, более узкой зоны шельфа сильно расчленен подводными поднятиями и понижениями, которые протягиваются от островных берегов через весь шельф.

Его внешняя часть переходит в довольно крутой материковый склон, местами изрезанный значительными выступами и углублениями. На глубинах около 1000 м склон образует ступень, довольно полого понижающуюся до глубин 2000 м, откуда она круто спускается к ложу. Примерно в средней части моря располагается Центральная котловина с глубинами более 2000 м. Она в общем вытянута по продольной оси моря, простирается вплоть до ее южной границы и уходит за его пределы в Девисов пролив. Дно котловины ровное и по своей структуре сходно с океаническим ложем.

Самая северная часть моря Баффина (пролив Нэрс) представляет собой вытянутую сравнительно узкую и преимущественно глубокую (до 800 м)

погруженную котловину. Рельеф дна на всем ее протяжении довольно неровный, со значительными перепадами глубин. Характерная черта рельефа - подводный порог с глубинами 185-250 м в бассейне Кейн, который ограничивает водообмен моря Баффина с соседними бассейнами.

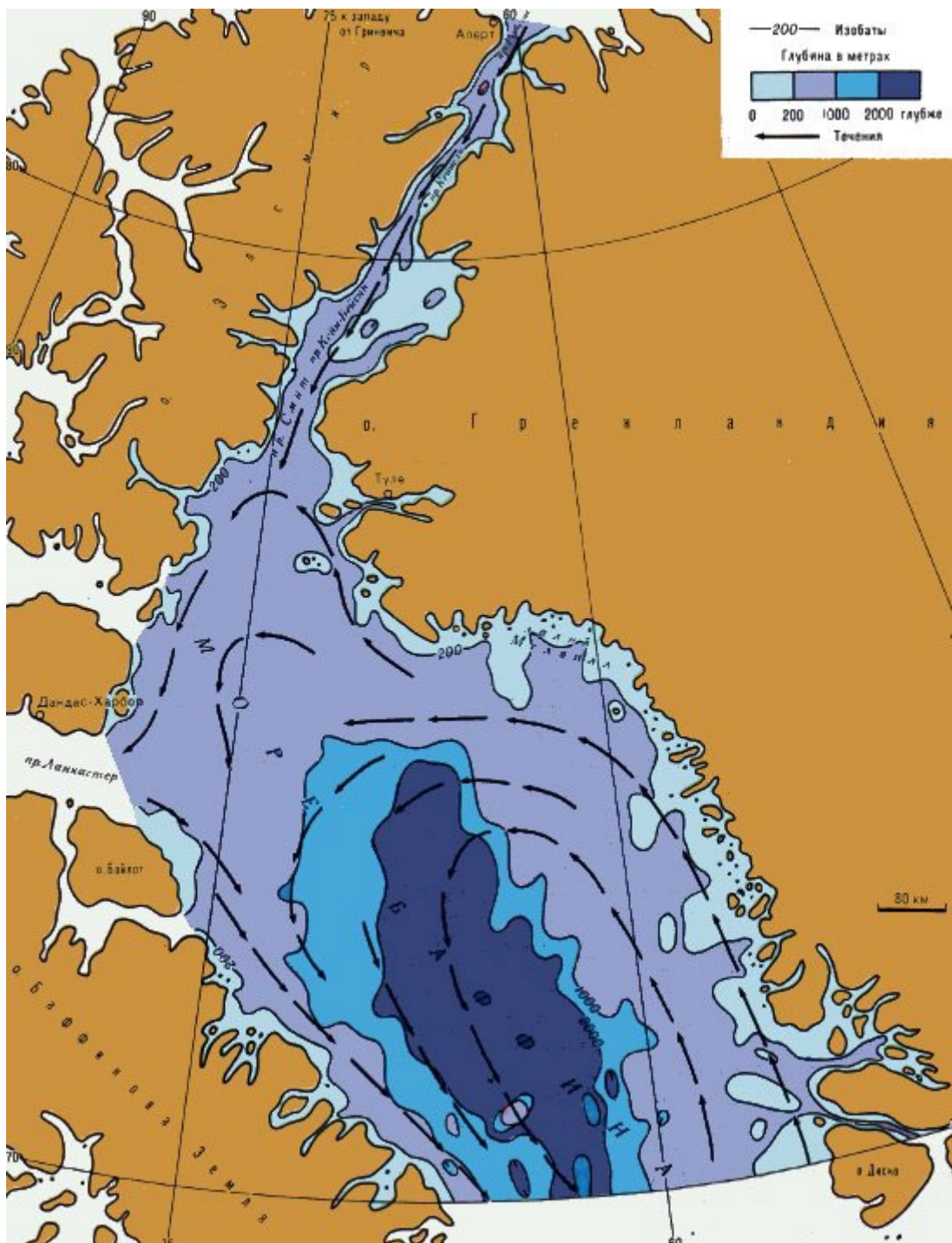


Рисунок 1.1.6 - Рельеф дна и течения моря Баффина

Основные черты горизонтального движения вод в Баффиновом море складываются под влиянием главным образом притока вод из Северного

Ледовитого и Атлантического океанов. Постоянные течения на поверхности моря образуют в общем циклоническую циркуляцию. С юга, из Девисова пролива, в море входит теплое Западно-Гренландское течение и со скоростью 10-20 см/с движется к северу вдоль западного берега Гренландии. Дойдя до пролива Смит, оно поворачивает на юг и юго-запад и направляется вдоль восточного побережья островов Элсмир и Девон. Лишь незначительная часть вод этого течения продвигается через пролив Смит дальше на север и заходит в бассейн Кейн. Из северных проливов в море Баффина втекает холодное Канадское течение, которое движется со скоростью 25 см/с и более на юг и юго-восток вдоль восточного берега о. Баффинова Земля и уходит в Девисов пролив. В южной части центрального бассейна моря прослеживается циклонический круговорот, значительно вытянутый по меридиану. Скорость движения в нем порядка 2-5 см/с.

Слабо выраженное круговое движение вод против часовой стрелки отмечается на горизонтах 100-500 м. Его образование связано с поступлением вод через Девисов пролив в восточную часть моря.

Приливы в море Баффина вызывают две приливные волны, одна из которых поступает из Атлантического океана через Девисов пролив, другая - из Северного Ледовитого океана через Северные проливы. Обе волны встречаются в бассейне Кейн, в районе м. Фрайзер. Приливы в море преимущественно полусуточные, и только у западного берега Гренландии, примерно между 70 и 78° с.ш., они неправильные полусуточные. В открытом море средняя величина прилива изменяется в основном от 0,8 до 1,2 м. В зависимости от конфигурации береговой черты и рельефа дна средняя величина прилива изменяется от 3 до 5 м, а у восточного побережья Баффиновой Земли местами достигает 6 м и более, но не превышает 7 м.

Приливные течения в открытых районах моря носят реверсивный характер и направлены при приливе на северо-северо-запад, а при отливе — на юго-восток. Скорости приливных течений в прибрежной зоне значительно

выше, чем в открытом море.

Кроме приливных колебаний уровня в море Баффина отмечаются сезонные изменения, обусловленные внутригодовой разностью атмосферного давления. Разница между самым высоким и самым низким среднемесячными значениями уровня в году достигает 10 см в центральной части моря.

В прибрежной зоне сравнительно хорошо развиты сгонно-нагонные колебания уровня. У западного берега Гренландии уровень повышается при ветрах западных направлений и понижается при восточных ветрах. На о. Баффинова Земля сгоны и нагоны выражены слабее и наблюдаются реже, чем на побережье Гренландии.

Льды в море Баффина присутствуют в течение всего года, но их распространение, количество, виды и т. п. неодинаковы в разные сезоны и даже месяцы.

Устойчивое образование льда начинается в северных районах моря в среднем в первую декаду октября. Затем фронт льдообразования довольно быстро распространяется на юг и юго-восток. В середине ноября обычно устанавливается припай. В течение зимы море покрыто плавучим и неподвижным сплоченным льдом. Он представлен крупными ледяными полями, смерзшимися с одиночными льдинами и торосами. Толщина многолетнего льда увеличивается с юга на север от 150-160 до 200-225 см, однолетний лед - более тонкий. Во время существования припая характерны заприпайные полыньи и разряжения. Наиболее значительная заприпайная полынья расположена в северо-восточной части моря Баффина. Зимой при сильных ветрах у западного побережья Гренландии припай взламывается, но затем образуется вновь.

Таяние льда начинается в юго-восточных районах моря в конце мая - начале июня и распространяется к западу и северо-западу. Вдоль западного побережья Баффиновой Земли и в северных проливах припай взламывается в начале третьей декады июля.

В летнее время значительная часть моря освобождается ото льда, и к середине августа площадь чистой воды занимает почти  $\frac{3}{4}$  пространства моря. Плавающие льды преимущественно скапливаются в западной части моря, что связано в основном с циркуляцией поверхностных вод. В основном здесь дрейфуют многолетние льды, значительная часть которых приносится из Арктического бассейна через северные проливы. Особенность ледовых условий моря Баффина - большое количество айсбергов. Они образуются в основном от ледников западного побережья Гренландии. Высота айсбергов колеблется в среднем от 30 до 60 м, но может достигать 90-100 м. Обычно из района образования айсберги переносятся течениями сначала на север вдоль западного берега Гренландии, а затем на юго-запад и юг вдоль восточного побережья моря. Наибольшее количество айсбергов наблюдается весной и в начале лета.

В западной части моря располагается Баффинский ледяной массив. Его образуют преимущественно местные однолетние льды, айсберги и частично льды, приносимые из северных проливов. Массив вытянут с юга на север и чаще всего примыкает к берегу Баффиновой Земли. В некоторые годы массив может временно отсутствовать, но к концу лета обычно восстанавливается. С началом осеннего охлаждения в море появляются первичные формы льда, которые могут исчезать до времени устойчивого льдообразования.

В бассейне моря Баффина благодаря тёплому западному течению наблюдается высокая концентрация одноклеточных водорослей. Они служат пищей микроскопическим беспозвоночным, в первую очередь эвфаузиевым (крилю), которыми в свою очередь питаются более крупные беспозвоночные, рыбы, морские млекопитающие и птицы. Среди рыб Баффинова моря - полярная камбала (*Lipsetta glacialis*), четырёхрогий керчак, сайка и мойва. Из Атлантического океана мигрируют атлантическая треска, атлантическая сельдь, пикша, атлантический палтус и северный макрурус. На берегах моря гнездятся чайки, гаги, гуси, утки, распространены ворон, пуночка, из хищных птиц - орланы, кречет, белая сова.

В море Баффина живёт около 21 000 китов-белух, которые питаются мелкой рыбой и ракообразными. Они постоянно рискуют оказаться в ледовой ловушке, сталкиваются с другими трудностями. В северной части моря встречаются и другие киты, в том числе косатки, а также дельфины и моржи. Тюлени представлены гренландским тюленем, кольчатой нерпой и морским зайцем.

Береговая растительность включает порядка 400 видов, среди которых значительную часть составляют галофиты (растения, приспособленные к засоленным почвам), мхи, лишайники, а также колосняк песчаный. Среди кустарников - берёза, ива, ольха. Распространены грызуны, северный олень, из хищников - песец и белый медведь.

## **1.2 Социально-экономическая ситуация района реализации планируемой (намечаемой) деятельности**

Градообразующий объект ЗАТО г. Мирный – 1-й Государственный испытательный космодром (1 ГИК) «Плесецк» в составе Космических войск Воздушно-космических сил Министерства обороны Российской Федерации (далее – 1 ГИК «Плесецк»), образован в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 11 ноября 1994 г. № 2077 «О создании 1 Государственного испытательного космодрома Министерства обороны Российской Федерации». 1 ГИК «Плесецк» является единственным космодромом на европейском континенте, расположен в 180 километрах к югу от г. Архангельска неподалеку от железнодорожной станции «Плесецкая» Северной железной дороги.

Одним из основных принципов независимой космической политики является недопущение снижения обороноспособности страны, а также зависимости Российской Федерации от иностранных государств при осуществлении космической деятельности.

На 1 ГИК «Плесецк» возлагается стратегическая задача – обеспечить гарантированный доступ России в космос со своей территории на основе

использования и наращивания пусковых мощностей и независимость ее от политики других государств в космическом пространстве. Ввиду того, что ракетно-космические комплексы и системы военного назначения в настоящее время играют важнейшую роль в сдерживании развязывания войны и применения ядерного оружия, 1 ГИК «Плесецк» принадлежит решающая роль по обеспечению задач обороны и безопасности государства.

В настоящее время принята и реализуется федеральная целевая программа «Развитие космодромов на период 2017-2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации», в которой определены дальнейшие перспективы развития 1 ГИК «Плесецк» с учетом существующих и перспективных космических программ различного назначения, а также с учетом перевода космических программ с космодрома «Байконур» на космодромы, находящиеся на территории Российской Федерации (существующий – 1 ГИК «Плесецк» и создаваемый – космодром «Восточный»).

Демографическая ситуация в Мирном характеризуется устойчивым естественным приростом населения и разнонаправленными в различные периоды показателями миграционных процессов.

На сохранение достаточно стабильной демографической ситуации в ЗАТО г. Мирный оказывает влияние ежегодное положительное сальдо естественного прироста населения. Роль миграции в демографической динамике ЗАТО г. Мирный значительна. Миграция носит преимущественно межрегиональный характер и является определяющим фактором сложившихся в анализируемом периоде демографических тенденций. По-прежнему основными факторами сокращения численности населения Мирного будут являться: неблагоприятные климатические условия, стимулирующие отъезд наиболее активной части населения и пожилых людей; утрата связи с градообразующим объектом – 1 ГИК «Плесецк». Вместе с тем строительство и реконструкция объектов социальной и инженерной инфраструктуры и объектов военного назначения, продолжающиеся в рамках государственного оборонного

заказа, способствуют как притоку новой рабочей силы, так и увеличению численности постоянного населения ЗАТО г. Мирный в целом.

Согласно итогам Всероссийской переписи населения 2010 года 90,4 процента населения ЗАТО г. Мирный являются русскими, к украинцам отнесли себя 4 процента жителей города и 5,6 процента населения муниципального образования указали другую национальную принадлежность. Анализ половозрастной структуры населения Мирного свидетельствует о сохраняющихся из года в год пропорциях в распределении численности населения городского округа по полу и возрасту.

Доля занятого в экономике населения в целом достаточно стабильна и на протяжении ряда лет не превышала 42 процента от общей численности трудовых ресурсов при среднеобластном показателе – 82 процента. Данное обстоятельство имеет место ввиду отраслевой и территориальной специфики ЗАТО г. Мирный, вытекающей из особого режима безопасного функционирования организаций и объектов в закрытом административно-территориальном образовании. Весьма значительную часть трудовых ресурсов (порядка 50 процентов) составляет трудоспособное население в трудоспособном возрасте, не занятое в экономике и обучении, прежде всего – военнослужащие Министерства обороны Российской Федерации, проходящие службу в воинских частях Плесецкого гарнизона и обеспечивающие стабильное функционирование градообразующего объекта.

Экономика ЗАТО г. Мирный носит достаточно закрытый характер. Право осуществлять предпринимательскую деятельность на территории муниципального образования имеют юридические и физические лица, отвечающие требованиям обеспечения особого режима безопасного функционирования организаций и объектов в закрытом административно-территориальном образовании. Это отражается не только на рынке труда, на который затруднен доступ для граждан, не проживающих на данной

территории, но и на потребительском рынке, где спрос формируется только его жителями, а также и на инвестиционной активности.

В общем количестве учтенных организаций всех форм собственности преобладает частная форма собственности – 65 процентов от общего числа, на долю муниципальной формы собственности приходится 13 процентов. В разрезе видов экономической деятельности наибольший удельный вес занимают организации оптовой и розничной торговли, по ремонту автотранспортных средств и мотоциклов – 23 процента, осуществляющие операции с недвижимым имуществом – 9 процентов, в сфере строительства – 9 процентов от общего числа организаций.

Ввиду установленных существенных ограничений на право ведения хозяйственной и предпринимательской деятельности, владения, пользования и распоряжения природными ресурсами и недвижимым имуществом, вытекающих из ограничений на въезд и постоянное проживание, отрасли промышленности в Мирном развиты очень слабо.

Основу промышленного производства в Мирном составляет деятельность по видам «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» – 85 процентов, а также «Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» – 10 процентов от общего объема промышленного производства в Мирном. На долю обрабатывающих производств пришлось 5 процентов от совокупного объема промышленного производства.

Инвестиционная деятельность на территории ЗАТО г. Мирный характеризуется общим положительным трендом за последние шесть лет. Основным источником финансового обеспечения инвестиционной деятельности на территории ЗАТО г. Мирный на протяжении ряда лет являлись средства федерального бюджета, направляемые на реализацию мероприятий федеральной целевой программы «Развитие российских космодромов на 2006-2015 годы» и Государственной программы вооружения на 2011-2020 годы.

Именно бюджетные инвестиции за счет средств федерального бюджета в наибольшей степени оказывают влияние на динамику и масштабы развития инвестиционных процессов в Мирном.

В 2019-2021 годах силами муниципального заказчика проводились работы по строительству и реконструкции объектов социальной и инженерной инфраструктуры, финансирование которых осуществляется в форме бюджетных инвестиций в объекты муниципальной собственности в рамках реализации подпрограммы «Развитие космодрома Плесецк на период 2017-2025 годов» федеральной целевой программы «Развитие космодромов на период 2017-2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации».

Потребительский рынок объединяет три сегмента сферы обслуживания населения – торговлю, общественное питание и сферу услуг. Главная задача потребительского рынка – создание условий для удовлетворения спроса населения на потребительские товары и услуги, обеспечение качества и безопасности их предоставления, обеспечение доступа к товарам и услугам для всех социальных групп жителей города. Сравнительно высокая концентрация населения и относительно стабильный и высокий уровень доходов на душу населения в ЗАТО г. Мирный являются определяющими факторами развития потребительского рынка. Несмотря на относительно высокий уровень качества жизни населения городского округа, обусловленный отраслевой и территориальной спецификой Мирного, сокращение реальных располагаемых денежных доходов населения, произошедшее в 2014-2016 годах, а также снижение объемов потребительского кредитования привели к сокращению потребительского спроса и к замедлению темпов роста физических объемов розничной торговли и платных услуг населению в указанном периоде.

В настоящее время отрицательные тенденции преодолены, наблюдается положительная динамика развития потребительского рынка. Торговля является сегодня не только серьезной бюджетообразующей отраслью, но и важным

каналом распределения инвестиций в объекты инфраструктуры, распространения новых технологий управления товарными потоками, важнейшим стимулом промышленного роста.

Кроме того, она выполняет важную социальную функцию обеспечения населения продовольствием и товарами массового спроса, создает дополнительные рабочие места и является источником дохода для многих жителей города.

Инфраструктура потребительского рынка в ЗАТО г. Мирный широко представлена транснациональными, федеральными и региональными торговыми сетями «Магнит», «Пять шагов», «Пятерочка», «Спар», «Кари», работающими по принципу самообслуживания покупателей. Торговля в данном секторе становится все более цивилизованной: улучшается качество товаров, расширяется ассортимент продукции, предоставляются скидки постоянным покупателям, проводятся различного рода рекламные акции. В макроструктуре оборота розничной торговли организаций доля продаж продовольственных и непродовольственных товаров примерно одинакова.

В структуре платных услуг, оказываемых населению ЗАТО г. Мирный, преобладают жилищные и коммунальные услуги, услуги гостиниц, услуги системы образования.

В ЗАТО г. Мирный развитие малого предпринимательства имеет важное социально-экономическое значение, способствуя повышению благосостояния горожан, созданию новых рабочих мест, наполнению доходной части местного бюджета. Субъекты малого предпринимательства принимают активное участие в общественной жизни города, за последние годы выросла социальная ответственность бизнеса.

В настоящее время на территории ЗАТО г. Мирный наблюдается неравномерность распределения малых предприятий по видам экономической деятельности. Малый бизнес по-прежнему наиболее широко представлен в сфере оптовой и розничной торговли (221 субъект), операций с недвижимым

имуществом (44 субъекта), транспорта (31 субъект), строительства (30 субъектов). В отраслях промышленного производства свою деятельность осуществляют 12 субъектов малого предпринимательства (2,4 процента от общего их числа).

При главе ЗАТО г. Мирный в 2010 году создан и функционирует постоянно действующий консультативно-совещательный орган по вопросам развития предпринимательства и его эффективной поддержки на муниципальном уровне – Совет предпринимателей, положение о Совете утверждено решением общего собрания предпринимателей Мирного 06 апреля 2010 года.

Абсолютные показатели уровня жизни населения ЗАТО г. Мирный (без учета военнослужащих) уступают средним по Архангельской области (без Ненецкого автономного округа), что определяется ограниченными возможностями сложившейся структуры экономики городского округа. Одним из индикаторов, характеризующим уровень жизни населения, является показатель среднемесячной заработной платы.

Наиболее оплачиваемый труд зафиксирован в финансовой и страховой деятельности (77 336 рублей), самый низкий заработок отмечен в деятельности гостиниц и предприятий общественного питания (24 842 рубля).

Несмотря на неоднократное повышение пенсий, пенсионеры составляют большую часть населения ЗАТО г. Мирный с низкими доходами.

Задолженность по оплате труда в организациях бюджетной сферы ЗАТО г. Мирный отсутствует, но, начиная с 2015 года, отмечается в организациях частной формы собственности. По состоянию на 01 января 2018 года просроченная задолженность по заработной плате по причине отсутствия собственных средств в коммерческом секторе составила 12 216 тыс. рублей, из них в организациях в сфере транспорта – 11 708 тыс. рублей и в строительстве – 508 тыс. рублей.

Статус закрытого административно-территориального образования обуславливает повышенный уровень бюджетной обеспеченности населения ЗАТО г. Мирный.

Существует, однако, довольно значительный отрицательный эффект от «закрытости», оказывающий влияние на объем и развитие доходной составляющей бюджета Мирного. В ЗАТО г. Мирный существенно ограничены возможности расширения налогового потенциала с использованием рыночных механизмов, что негативно отражается на способности муниципального образования наращивать собственную доходную (налоговую) базу местного бюджета.

Так, перспективы увеличения поступлений налога на доходы физических лиц напрямую зависят от результатов деятельности градообразующего объекта и перспектив его развития, а возможности привлечения инвесторов, в том числе иностранных, и развития предпринимательства ограничены положениями Закона Российской Федерации от 14 июля 1992 г. № 3297-1 «О закрытом административно-территориальном образовании».

На территории ЗАТО г. Мирный расположено 168 домов, из которых 5 домов находятся в собственности Министерства обороны Российской Федерации.

Общая площадь жилых помещений в многоквартирных жилых домах в Мирном составила 413,2 тыс. кв. м, из них 232,1 тыс. кв. м (56 процентов) находится в частной собственности граждан и юридических лиц и 181,1 тыс. кв. м (44 процента) принадлежит муниципальному образованию «Мирный». Обеспеченность общей площадью жилых помещений в среднем на одного жителя составила 13,0 кв. м – это один из самых низких показателей среди малых городов России.

Центральная часть города представлена жилыми домами первых массовых серий (постройки 1960-1965 годов) в основном в 4-5-ти этажном исполнении – это типовые дома-«хрущевки», отличающиеся не самыми

привлекательными потребительскими качествами. В северной части (ул. Мира-Советская) расположены постройки 1970-1988 годов, в южной части (ул. Ломоносова-Циргвава) – жилые дома, возведенные в 1966-1976 годах, дома 10а и 12а по ул. Ломоносова введены в эксплуатацию в 1994-1995 годах. В общем количестве жилья велика доля общежитий. Долгое время строительство жилья в Мирном было заморожено, рост начался в период реализации на территории муниципального образования федеральной целевой программы «Развитие российских космодромов на 2006-2015 годы».

В настоящее время жилищное строительство в Мирном продолжается по линии Министерства обороны Российской Федерации в рамках действующей федеральной целевой программы «Развитие космодромов на период 2017-2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» в микрорайоне № 2, являющемся единственным примером комплексной застройки в Архангельской области.

Ветхого жилья на территории Мирного не числится. Степень износа 80 процентов многоквартирных жилых домов составляет от 31 до 65 процентов. Весь жилищный фонд города характеризуется высокой степенью благоустройства – полностью оборудован системами централизованного водоснабжения, водоотведения (канализации) и отопления. Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории ЗАТО г. Мирный, проводится в рамках региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Архангельской области, утвержденной постановлением Правительства Архангельской области от 22 апреля 2014 г. № 159-пп.

Система электроснабжения Мирного включает в себя совокупность источников, понижающих и преобразовательных подстанций, питающих и распределительных линий и электроприемников, обеспечивающих технологические процессы коммунально-бытовых, промышленных и

транспортных потребителей электроэнергии, расположенных на территории ЗАТО г. Мирный. Электроснабжение Мирного осуществляется от Архангельской энергетической системы, входящей в состав объединенной энергетической системы Северо-Запада.

Связь потребителей с энергосистемой осуществляется по кабельным сетям 6 кВ от двух основных центров питания – ПС 102 и 102А, принадлежащих производственному отделению «Плесецкие электрические сети» в составе филиала публичного акционерного общества «Межрегиональная распределительная сетевая компания Северо-Запада» «Архэнерго».

Производство тепловой энергии в Мирном осуществляется комплексом городских котельных, состоящих из трех котельных, находящихся в хозяйственном ведении МУП «ЖЭУ», и одной котельной, состоящей в ведении Министерства обороны Российской Федерации и обеспечивающей теплоснабжением ведомственные объекты, а также жилые дома, школу и детский сад, расположенные в микрорайоне № 2 в юго-восточной части Мирного.

Тепловая сеть введена в эксплуатацию в период с 1976 по 1998 годы. Основная часть многоквартирного жилищного фонда, общественные здания, здания производственных и 36 коммунально-бытовых предприятий подключены к централизованной системе теплоснабжения открытого типа, представляющей собой комплекс взаимосвязанных инженерных сооружений, обеспечивающих производство, передачу и учет тепловой энергии на территории ЗАТО г. Мирный.

Водоснабжение в Мирном осуществляется из артезианских скважин двух групповых подземных водозаборов «Южный» и «Северный» месторождения подземных питьевых вод «Мариинское». Эксплуатационные запасы подземных вод месторождения составляют 60,15 тыс. куб. м в сутки. Величина общего текущего водоотбора составляет 41,3 тыс. куб. м в сутки (68 процентов от

дневного эксплуатационного запаса). Добыча подземных вод осуществляется ресурсоснабжающей организацией – МУП «ЖЭУ», которое является основным предприятием города, обеспечивающим холодное и горячее водоснабжение населения Мирного и объектов общественно-делового назначения, за исключением жилых домов, школы и детского сада, расположенных в микрорайоне № 2, и объектов Министерства обороны Российской Федерации, находящихся в черте города.

К 2025 году прогнозный среднесуточный расход в системе водоснабжения в Мирном составит 9,4 тыс. куб. м/сутки. Прогнозный объем потребления услуг водоснабжения по 38 городу к 2025 году достигнет 3 429,4 тыс. куб. м в год. Существующая схема водоснабжения предусматривает подачу воды от насосных станций первого подъема (скважин) на площадки насосных станций второго подъема. От насосных станций второго подъема вода подается в городскую водопроводную сеть. Для зданий повышенной этажности (свыше 5-ти этажей) вода потребителям подается с помощью повысительных насосных станций.

Основными сооружениями системы канализации в Мирном являются самотечные линии, канализационные насосные станции, напорные коллекторы и комплекс городских очистных сооружений, находящиеся в хозяйственном ведении МУП «ЖЭУ».

Сеть городской канализации введена в эксплуатацию в период с 1961 по 1986 годы. В Мирном действует полная раздельная система канализации. В хозяйственно-бытовую канализацию поступают стоки от жилой застройки, а также производственные стоки от комплекса городских котельных (водяное охлаждение подшипников, конденсат непрерывной продувки, раствор от регенерации фильтров).

На территории ЗАТО г. Мирный сбор, накопление, транспортирование и размещение на полигоне ТКО твердых коммунальных отходов от жилого фонда города осуществляются МУП «Мирнинская ЖКК», которое имеет бессрочную

лицензию на деятельность по сбору ртутьсодержащих отходов, транспортированию и размещению отходов IV класса опасности. Полигон ТКО внесен в государственный реестр объектов размещения отходов; на нем размещаются и производственные отходы, образующиеся в процессе деятельности хозяйствующих субъектов, а также от объектов Министерства обороны Российской Федерации. Накопление твердых коммунальных отходов производится в металлических (объемом 0,75 куб. м) и пластиковых (объемом от 3 до 5 куб. м) мусоросборниках на бетонных площадках в удобных для подъезда транспортных средств местах. В перспективе планируется установка дополнительных мусоросборников для сбора бумаги, картона и пластика за счет средств эксплуатирующей организации.

В социально-экономическом развитии Мирного важную роль играет транспортная инфраструктура, ее безопасность и экологичность. Транспортная система обеспечивает условия для экономического роста, повышения конкурентоспособности экономики и качества жизни населения.

Доступ к безопасным и качественным транспортным услугам определяет эффективность развития отраслей экономики и социальной сферы. Мирный расположен в 200 км по железной дороге к югу от г. Архангельска и в 8,5 км от железнодорожной станции Плесецкая Северной железной дороги направления Вологда-Архангельск, находящейся в районном центре – пос. Плесецк.

Передвижение по территории ЗАТО г. Мирный осуществляется автомобильным и железнодорожным транспортом. Железнодорожное сообщение осуществляется исключительно для целей и нужд 1 ГИК «Плесецк».

Автомобильные дороги Мирного обеспечивают выход на объекты 1 ГИК «Плесецк», по ним осуществляются массовые автомобильные перевозки грузов и пассажиров. Транспортное сообщение с областным (г. Архангельск) и ближайшим районным центром Архангельской области (пос. Плесецк) осуществляется по автомобильным дорогам через автомобильный путепровод, построенный в 2014 году в месте пересечения автомобильной дороги Плесецк-

Мирный с железнодорожными путями. Улично-дорожная сеть города состоит из магистральных улиц и дорог, улиц и дорог местного значения и проездов.

В настоящее время состояние 36 процентов автомобильных дорог оценивается как крайне неудовлетворительное – дорожное полотно имеет многочисленные просадки, выбоины и иные повреждения, затрудняющие движение автотранспортных средств.

Данное обстоятельство является основной проблемой развития транспортной инфраструктуры города и главным фактором, снижающим удовлетворенность населения ее качеством.

В связи с развитием 1 ГИК «Плесецк» автомобильные дороги Мирного активно используются грузовым транспортом. При этом значительная часть перевозчиков осуществляет движение крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств без оформления соответствующих специальных разрешений, усугубляя и без того сложную ситуацию с состоянием дорожного покрытия. Основной причиной является отсутствие на территории Мирного контрольных пунктов для осуществления весового контроля и объездной автомобильной дороги вокруг города.

В целях обеспечения государственных гарантий прав граждан на получение общедоступного и бесплатного дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, а также дополнительного образования в Мирном в настоящее время функционирует 14 муниципальных образовательных организаций, включающих в себя 5 общеобразовательных (с учетом вечерней (сменной) общеобразовательной школы), 6 дошкольных и 3 дополнительного образования детей. Бюджетными являются 2 организации, 12 остаются казенными. Все муниципальные образовательные организации имеют бессрочные лицензии на право ведения образовательной деятельности.

Сфера здравоохранения в ЗАТО г. Мирный представлена следующими государственными медицинскими организациями: филиал № 9 федерального государственного казенного учреждения «1469 Военноморской клинический

госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации (далее – филиал № 9 ФГКУ «1469 ВМКГ» Минобороны России); государственное бюджетное учреждение здравоохранения Архангельской области «Мирнинская центральная городская больница» (далее – ГБУЗ АО «МЦГБ»).

Кроме того, стоматологические услуги населению ЗАТО г. Мирный оказывает ряд частных стоматологических практик.

Деятельность в целях обеспечения реализации предусмотренных законодательством Российской Федерации полномочий Министерства обороны Российской Федерации в сфере охраны здоровья граждан на территории ЗАТО г. Мирный осуществляет филиал № 9 ФГКУ «1469 ВМКГ» Минобороны России, важнейшей задачей которого является оказание доступной и качественной медицинской помощи военнослужащим, пенсионерам Министерства обороны Российской Федерации и членам их семей.

В составе филиала № 9 ФГКУ «1469 ВМКГ» Минобороны России 18 лечебных, 14 диагностических отделений и кабинетов, 3 лаборатории и поликлиника на 500 посещений в смену. Объем коечного фонда круглосуточного пребывания остается неизменным с 2009 года и составляет 400 коек.

Несмотря на все профилактические мероприятия, проводимые медицинскими организациями, тенденция по снижению уровня регистрируемых заболеваний в ЗАТО г. Мирный не имеет выраженного характера.

Имеющиеся официально зарегистрированные данные, характеризующие состояние здоровья населения ЗАТО г. Мирный и окружающей природной среды, не дают оснований утверждать о наличии сколько-нибудь заметного неблагоприятного воздействия в результате деятельности 1 ГИК «Плесецк» на уровень заболеваемости жителей.

На здоровье людей оказывает влияние множество факторов: загрязнение природной и производственной среды, качество питьевой воды и продуктов

питания, условия проживания, обучения, труда, отдыха населения, доступность и качество медицинской помощи и другие. Вычленив из всей совокупности многочисленных факторов, влияющих на здоровье людей, влияние именно 1 ГИК «Плесецк» в настоящее время не представляется возможным.

Радиационная обстановка на территории ЗАТО г. Мирный по сравнению с предыдущими годами существенно не изменилась и оценивается как удовлетворительная.

Сфера культуры в ЗАТО г. Мирный представлена следующими организациями: муниципальное казенное учреждение «Централизованная библиотечная система Мирного» (далее – МКУ «ЦБС Мирного»); федеральное государственное казенное учреждение культуры и искусства «123 Дом офицеров (гарнизона)» Министерства обороны Российской Федерации (далее – ФГКУ «123 Дом офицеров (гарнизона)» Минобороны России); кинотеатр «Планета» – структурное подразделение муниципального предприятия муниципального образования «Мирный» «Муниципал-Сервис» (далее – кинотеатр «Планета»).

Деятельность организаций в сфере культуры направлена на сохранение, развитие и распространение культурных ценностей, повышение уровня интеллектуального и духовного просвещения жителей ЗАТО г. Мирный, обеспечение единства и доступности культурного пространства для всех социально-демографических групп с учетом их культурных потребностей и интересов.

На территории ЗАТО г. Мирный деятельность по созданию условий для ведения здорового образа жизни, спортивного и физического развития, проведения на регулярной основе тренировочных занятий и спортивно-соревновательных мероприятий осуществляют детско-юношеская спортивная школа и филиал № 1 федерального автономного учреждения «Центр развития и обеспечения космической деятельности» Минобороны России, в составе

которого функционируют спортивно-оздоровительный комплекс «Спутник» и спортивный комплекс «Звезда».

Занятия физической культурой и спортом проводятся в детских садах и школах города, все общеобразовательные организации Мирного имеют спортивные и тренажерные залы. Спортивная инфраструктура в муниципальном образовании представляет собой консолидированную сеть из 81 спортивного сооружения, из которых 22 единицы находятся в федеральной собственности и 59 – в муниципальной.

Постоянный контроль за состоянием объектов жизнеобеспечения города осуществляют дежурно-диспетчерские службы специализированной пожарно-спасательной части № 4 Специального управления ФПС № 18 МЧС России, Межмуниципального отдела внутренних дел Министерства внутренних дел Российской Федерации по ЗАТО Мирный Архангельской области (далее – ОМВД России по ЗАТО Мирный), ГБУЗ АО «МЦГБ», Мирнинского филиала ОАО «Архангельскоблгаз», ООО «Газпром газораспределение Архангельск», муниципальных унитарных предприятий Мирного, которые тесно взаимодействуют с оперативным дежурным единой дежурно-диспетчерской службы города, своевременно осуществляют сбор и обмен оперативной информацией об обстановке на территории ЗАТО г. Мирный.

## **2. Оценка воздействия на окружающую среду планируемой (намечаемой) деятельности**

### **2.1 Общие сведения**

При наземной подготовке, испытаниях и эксплуатации РКК 14К256 оказывается негативное воздействие на окружающую среду, при этом основное воздействие происходит:

- при наземной подготовке РКН;
- при старте и полете РКН;
- при падении ОЧ РКН в отведенные районы падения.

Следует особо отметить, что радиоактивное воздействие на окружающую среду РКК не оказывает в связи с отсутствием в составе комплекса радиоактивных материалов и веществ.

Для каждого этапа испытаний характерны, свойственные только данному этапу и району проведения испытаний компоненты природной среды, на которые оказывают негативное воздействие загрязняющие вещества.

### **2.2 Почвенный покров**

#### **2.2.1 Оценка воздействия на почвенно-растительный покров при подготовке и проведении испытаний РКК**

Химическое загрязнение почвенно-растительного покрова при подготовке РКК 14К256 к испытаниям в районе расположения технического и стартового комплексов расположенных на территории космодрома «Плесецк» возможно в тех случаях, когда загрязняющие вещества от источников выбросов, расположенных на ТК и СК, поступают в почвенный покров из атмосферных выпадений, и далее депонироваться почвой, образуя в верхнем гумусовом горизонте локальные (точечные) очаги загрязнения.

Вместе с тем, лидируют в общем балансе поступления загрязнителей почвенно-растительного покрова выбросы при работе средств транспортирования и подвижных транспортных средств, используемых для наземной подготовки РКН «Рокот» и РБ «Бриз-КМ» и для жизнеобеспечения

личного состава, задействованного на этих работах. Систематическое передвижение по дорогам космодрома данных средств приводит к незначительному загрязнению придорожных участков транспортных магистралей шириной до 10 метров углеводородами.

Непосредственного механического воздействия на почву при подготовке комплекса к испытаниям не оказывается, так как при этом не предусматривается проведение вскрышных, шахтных и других видов работ, способных нарушить целостность почвенного покрова. Для подготовки и проведения испытаний комплекса используются имеющиеся специализированные площадки космодрома с бетонным или асфальтированным покрытием.

Проектом создания и эксплуатации комплекса на космодроме «Плесецк» планируется использовать только существующие объекты на технологических площадках, железные и автомобильные дороги и другие объекты инфраструктуры космодрома. Для обеспечения подготовки составных частей комплекса не предусматривается строительство на производственных площадках космодрома новых сооружений и строительство новых транспортных магистралей на территории космодрома.

Отведения новых участков местности, на прилегающих к производственным площадкам космодрома территориях, для обеспечения подготовки составных частей комплекса не потребуется, и не будет иметь место сокращение площадей, занятых естественной растительностью.

В рамках реализации намечаемой хозяйственной деятельности воздействие на геологическую среду в позиционном районе космодрома «Плесецк» не оказывается.

## **2.3 Атмосферный воздух**

### **2.3.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух при подготовке РКК к проведению испытаний**

Воздействие на атмосферный воздух при подготовке РКК 14K256

происходит:

на СК (площадка 133)

- в период работы дизельных электростанций (ДЭС);
- в период работы систем сбора и нейтрализации паров и промстоков окислителя (агрегат 11Г426) и горючего (агрегат 11Г427);
- в период работы средств транспортирования и подвижных транспортных средств.

на ТК (площадка 32Т)

- в период работы ДЭС;
- в период работы средств транспортирования и подвижных транспортных средств.

на ЗНС (площадка 151а)

- в период работы систем сбора и нейтрализации паров и промстоков окислителя (агрегат 11Г426) и горючего (агрегат 11Г427).

На стартовом комплексе размещены дизельный агрегат мощностью 1760 кВт, а также два дизель-электрических агрегата (1 рабочий, 1 резервный) мощностью 100 кВт каждый. На техническом комплексе размещены два дизельных агрегата мощностью 1000 кВт каждый.

Одними из основных источников химического загрязнения атмосферы при подготовке РКН «Рокот» к испытаниям являются подвижные агрегаты нейтрализации паров и промстоков КРТ (агрегаты 11Г426 и 11Г427).

Передвижные агрегаты 11Г426 и 11Г427 предназначены для термического обезвреживания (нейтрализации) паров и промстоков, образующихся при промывке магистралей заправочного оборудования и содержащих компоненты ракетных топлив – АТ (амилин) и НДМГ и используются для предотвращения загрязнения компонентов окружающей среды в местах эксплуатации агрегатов.

Агрегат 11Г426 предназначен для нейтрализации паров АТ в смеси с воздухом и промстоков (водных растворов) АТ и НДМГ. Агрегат 11Г427

предназначен для нейтрализации паров НДМГ в смеси с азотом и промстоков АТ и НДМГ.

Технические характеристики агрегатов 11Г426 и 11Г427:

- высота источников выбросов - 4 м;
- диаметр источников выбросов - 0,8 м;
- температура отходящих газов – 400°С;
- температура в камере сгорания – 700°С;
- объем выбрасываемой газовой смеси – 2,8 м<sup>3</sup>/с.

При подготовке РКК 14К256 к проведению испытаний предусматривается использование порядка 17 средств транспортирования и подвижных транспортных средств. Все транспортные средства, задействованные при наземной подготовке, оказывают химическое и акустическое воздействие на ОС.

Исходными данными для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются:

- количество автомашин г/п 16 т (грузовой дизельный автомобиль «КРАЗ») – 2 шт.;
- количество автомашин г/п от 5 до 8 т (грузовые дизельные автомобили «МАЗ») – 8 шт.;
- количество автомашин г/п 5 т (грузовые дизельные автомобили «ЗИЛ-131») – 5 шт.;
- пассажирский автобус типа ПАЗ – 2 шт.

Следует отметить, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от средств транспортирования и подвижных транспортных средств распределены по времени технологической подготовки РКК 14К256 к испытаниям и по площади, охватывающей маршруты движения данных средств. В связи с этим, а также принимая во внимание небольшие количества общих выбросов в атмосферу от данных агрегатов, можно говорить о незначительном вкладе подвижных транспортных средств в общее загрязнение

приземного слоя атмосферы при наземной подготовке комплекса к испытаниям.

В таблицах 2.3.1.1 – 2.3.1.4 приведены валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников загрязнения, находящихся на объектах наземной инфраструктуры космодрома «Плесецк», задействованных в подготовке комплекса к испытаниям.

Таблица 2.3.1.1 - Максимально-разовые и валовые выбросы от подвижных источников на ТК

<i>Код в-ва</i>	<i>Название вещества</i>	<i>Макс. выброс (г/с)</i>	<i>Валовый выброс (т/год)</i>
----	Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )*	0.1660835	0.010288
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.1328668	0.008231
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0215909	0.001337
0328	Углерод (Сажа)	0.0212139	0.001006
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0194863	0.001139
0337	Углерод оксид	0.8423617	0.046719
0401	Углеводороды**	0.1432273	0.007331
	В том числе:		
2732	**Керосин	0.1432273	0.007331

Таблица 2.3.1.2 - Максимально-разовые и валовые выбросы от подвижных источников на СК

<i>Код в-ва</i>	<i>Название вещества</i>	<i>Макс. выброс (г/с)</i>	<i>Валовый выброс (т/год)</i>
----	Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )*	0.0535306	0.004762
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.0428244	0.003810
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0069590	0.000619
0328	Углерод (Сажа)	0.0067986	0.000473
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0069161	0.000619
0337	Углерод оксид	0.8909333	0.079824
0401	Углеводороды**	0.1322861	0.011448
	В том числе:		
2704	**Бензин (нефтяной, малосернистый)	0.0867167	0.008033
2732	**Керосин	0.0455694	0.003414

Таблица 2.3.1.3 - Максимально-разовые и валовые выбросы от подвижных агрегатов нейтрализации паров и промстоков КРТ

Загрязняющее вещество	Максимальный выброс загрязняющих веществ, г/с		Суммарные выбросы, кг	
			На один пуск	
			АМ (ЗНС пл. 151)	
	агрегат 11Г426	агрегат 11Г427	агрегат 11Г426	агрегат 11Г427
Окислы серы	0,3753	0,3753	8,782	8,782
Диоксид азота	0,136	0,49	3,182	11,466
Окись углерода	0,2527	0,2527	5,913	5,913
Сажа	0,0038	0,0038	0,09	0,09
Формальдегид	-	0,0015	-	0,035
НДМГ	-	0,0003	-	0,008
Цианистый водород	-	0,0003	-	0,007
Диметиламин	-	следы	-	-

Таблица 2.3.1.4 - Максимально-разовые и валовые выбросы от дизельных

Код	Название вещества	Без учёта газоочистки		Газооч. %	С учётом газоочистки	
		г/сек	т/год		г/сек	т/год
0337	Углерод оксид	4,4166666	7,04	0.0	4,4166666	7,04
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	5,5999998	8,96	0.0	5,5999998	8,96
2732	Керосин	2,0000001	3,2	0.0	2,0000001	3,2
0328	Углерод черный (Сажа)	0,2916666	0,48	0.0	0,2916666	0,48
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	1,1666667	1,92	0.0	1,1666667	1,92
1325	Формальдегид	0,0833334	0,128	0.0	0,0833334	0,128
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,000009168	0,0000144	0.0	0,000009168	0,0000144
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,9099999	1,456	0.0	0,9099999	1,456

электростанций (ДЭС)

Расчёт валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлен в Приложении 1.

С помощью УПРЗА «Эколог» (НПО «Интеграл», г. Санкт-Петербург), был проведен расчет рассеивания загрязняющих веществ от источников загрязнения, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям (Приложение 1).

По результатам расчета рассеивания превышение ПДК<sub>мр</sub> наблюдается только на территории технических площадок, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям, и не затрагивает ближайшие населенные пункты. Учитывая удаленность ТК, СК и ЗНС от населенных пунктов максимальные приземные концентрации на границе ближайшей жилой застройки не будут превышать ПДК.

Учитывая режим работы источников загрязнения, продолжительность цикла подготовки комплекса к испытаниям, а также результаты проведенных расчетов, можно сделать вывод, что наземная подготовка комплекса оказывает локальное, незначительное и непродолжительное воздействие на загрязнение приземного слоя атмосферы в районе расположения площадок, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям.

### **2.3.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух РКК при проведении пуска РКН**

Одной из основных задач при оценке химического загрязнения компонентов окружающей среды и, в частности, атмосферного воздуха в процессе старта и полета РКН «Рокот» является определение состава продуктов сгорания КРТ двигательной установки.

В процессе течения по соплу продукты сгорания КРТ расширяются и охлаждаются, что влечет за собой и изменение их состава, поскольку равновесие реакций диссоциации зависит от температуры и давления. Расчет истинного состава продуктов сгорания на срезе сопла чрезвычайно сложен, поэтому на практике для их расчета рассматриваются два крайних

идеализированных случаях:

- течение предполагают предельно неравновесным («замороженным»).

При этом считается, что при движении продуктов сгорания по соплу их состав не изменяется, то есть остается тем же, что и в камере сгорания.

- течение предполагают предельно равновесным, т.е. считают, что в каждом сечении сопла (в том числе и на срезе) устанавливается равновесный состав продуктов сгорания, соответствующий местным значениям температуры и давления.

Реальные режимы истечения являются промежуточными между этими предельными случаями. Для крупногабаритных двигателей (маршевые ЖРД ракет-носителей) реальный процесс истечения близок к равновесному, а для малогабаритных двигателей (рулевые ЖРД) он ближе к «замороженному». Несмотря на то, что ЖРД, используемые в РКН «Рокот», являются крупногабаритными, при оценке воздействия продуктов сгорания КРТ РКН «Рокот» на загрязнение ОС (атмосферного воздуха), рассмотрены два режима истечения – равновесное и неравновесное.

Расчет состава продуктов сгорания КРТ при равновесном и неравновесном режимах истечения в ДУ проведен с помощью многоцелевого программного модуля «АСТРА-4», разработанного МГТУ им. Н.Э. Баумана, в основу которого положен универсальный термодинамический метод определения характеристик равновесия произвольных гетерогенных систем, основанный на фундаментальном принципе максимума энтропии.

В связи с тем, что отделение 1-й ступени и включение ДУ 2-й ступени происходит на высотах более 60 км, основное химическое загрязнение атмосферы, в частности приземного слоя, происходит в результате выбросов продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот». Поэтому при исследовании процессов химического загрязнения атмосферы продуктами сгорания КРТ рассматривались в качестве источника воздействия на ОС выбросы продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот».

Исходные данные (ИД), использовавшиеся для расчета состава продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» с помощью программы «АСТРА-4», приведены в таблице 2.3.2.1. Результаты расчета состава продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» при различных режимах истечения приведены в таблице 2.3.2.2.

Таблица 2.3.2.1 - ИД для расчета состава продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот»

Давление в камере сгорания, $кгс/см^2$		210,9
Степень геометрического расширения сопла		6,09
Стехиометрическое соотношение компонентов топлива		2,6
Условная формула	«НДМГ»	$C_{33,3333}H_{133,3333}N_{33,3333}$
	«АТ»	$N_{21,7391}O_{43,478}$
	«АТ+НДМГ»	$C_{9,2600}H_{37,0400}N_{24,9600}O_{31,4009}$
Энтальпия образования, $ккал/кг$	«НДМГ»	16,75
	«АТ»	-50,97
	«АТ+НДМГ»	-32,16

Таблица 2.3.2.2 - Расчет состава продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот»

Продукты сгорания	Состав продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот», г/кг	
	Равновесный режим	Неравновесный режим
O <sub>2</sub>	-	7,6
H <sub>2</sub>	6,0	4,1
ОН	-	15,8
H <sub>2</sub> O	279,2	285,0
N <sub>2</sub>	349,0	345,1
NO	$2 \cdot 10^{-5}$	8,3
CO	73,4	131,8
CO <sub>2</sub>	291,5	199,7
Остальные	0,9	2,6

Данные таблицы 2.3.2.2 показывают, что в случае равновесного протекания химических реакций в сопле двигателя около 92,5% продуктов сгорания составляют биологически нейтральные компоненты (вода, азот, водород, двуокись углерода и т.д.).

Токсичные компоненты продуктов сгорания КРТ составляют не более

7...8% от общего весового состава и представлены преимущественно окисью углерода (CO) и окисью азота (NO). При этом для равновесного режима истечения удельное содержание окиси азота в продуктах сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» составляет величину порядка  $2 \cdot 10^{-5}$  г/кг.

При «замороженном» (неравновесном) истечении газов из сопла двигателя в составе продуктов сгорания КРТ доля биологически нейтральных компонентов уменьшается до 86%, возрастает доля окиси углерода (от 7% до 13%), доля окиси азота возрастает до 0,8%.

В общем случае при полете РКН «Рокот» на этапе работы ДУ 1-й ступени в атмосферу выбрасывается: NO - 650...660 кг и CO - 10400...10500 кг.

Необходимо отметить, что в составе продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени для различных режимов истечения наряду с окисью углерода и окисью азота содержатся такие токсичные вещества как синильная кислота (от  $10^{-7}\%$  до  $5 \cdot 10^{-5}\%$ ), метан (до  $3 \cdot 10^{-8}\%$ ), аммиак (от  $4 \cdot 10^{-5}\%$  до  $3 \cdot 10^{-4}\%$ ) и формальдегид (от  $10^{-7}\%$  до  $4 \cdot 10^{-5}\%$ ). Хотя данные вещества и обладают низкими значениями ПДК, но их содержание в продуктах сгорания столь незначительно, что их влиянием при рассмотрении вопроса о химическом загрязнении атмосферы в процессе старта и полета РКН «Рокот» можно пренебречь.

Учитывая, что реальный состав продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» представляет промежуточный вариант между равновесным и неравновесным составами, для оценки степени химического загрязнения воздействия запусков РКН «Рокот» атмосферы использовался «наиболее неблагоприятный», с экологической точки зрения, состав продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» - состав, получаемый при неравновесном режиме истечения.

Следует отметить, что поскольку выброс высокотемпературных продуктов сгорания КРТ ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» происходит в плотные слои атмосферы, то в следе ракеты происходит догорание недоокисленных компонентов. Водород, гидроксил-радикал (ОН) и кислород образуют воду.

Оксид азота  $\text{NO}$  переходит в двуокись азота  $\text{NO}_2$ , при этом масса двуокиси азота превышает массу окиси азота примерно в 1,5 раза. Одновременно догорание продуктов сгорания в воздухе значительно снижает долю токсичного оксида углерода  $\text{CO}$ , превращая его в биологически нейтральную двуокись углерода  $\text{CO}_2$ .

С целью получения максимальных оценок воздействия КРК «Рокот» на ОС при исследовании процесса загрязнения нижних слоев атмосферы учитывалось только лишь догорание окиси азота. При этом полагалось, что вся окись азота, содержащаяся в продуктах сгорания КРТ ДУ 1-й ступени, переходит в диоксид азота.

Максимальная концентрация данных токсичных веществ наблюдается на расстояниях порядка 100 м от стартового стола.

При старте РКН «Рокот» на расстояниях до 100 м от места старта в течение нескольких секунд с момента старта ракеты возможны концентрации  $\text{NO}_2$  в атмосфере до 245 ПДК<sub>МР</sub> (расчеты проводились для зимнего времени года и скорости ветра 2 м/с). Однако уже через 48 секунд с момента старта концентрация  $\text{NO}_2$  начинает снижаться за счет его рассеивания (распространения) в атмосфере. Уже через 16 минут после старта концентрация диоксида азота в двухкилометровой зоне от СК не превышает ПДК<sub>МР</sub>.

В летнее время концентрация  $\text{NO}_2$  на расстояниях до 100 м от пускового стола может составлять до 90·ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 4 м/с и до 100 ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 2 м/с. При скорости ветра 4 м/с через 24 секунды происходит снижение концентрации  $\text{NO}_2$  и уже через 4,5 минуты в километровой пристартовой зоне концентрация не будет превышать ПДК<sub>МР</sub>. При скорости ветра 2 м/с через 49 секунд будет происходить снижение концентрации  $\text{NO}_2$  и уже через 8 минут в зоне 1,2 км от места старта концентрация не будет превышать ПДК<sub>МР</sub>.

Максимальное превышение в зимнее время концентрации  $\text{CO}$  в радиусе 100 м от СК может составлять до 44 ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 2 м/с и до 37

ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 4 м/с. Время превышения при этом составит не более нескольких секунд с момента старта ракеты. Однако уже на расстояниях порядка 1 км максимальная концентрация окиси углерода в атмосфере не превышает ПДК<sub>МР</sub>.

В летнее время концентрация СО на расстояниях до 100 м от пускового стола может составлять до 18 ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 2 м/с и до 15 ПДК<sub>МР</sub> при скорости ветра 4 м/с. На расстояниях порядка 500 м максимальная концентрация СО не превышает ПДК<sub>МР</sub>.

Значения максимальных концентраций NO<sub>2</sub> и СО на расстоянии до 100 м от стартового стола, а также ореолы рассеивания атмосферных выбросов с концентрациями токсичных загрязняющих веществ, превышающими ПДК<sub>МР</sub>, приведены в таблице 2.3.2.3.

Таблица 2.3.2.3

Время года	Лето		Зима	
	2	4	2	4
Скорость ветра, м/с	2	4	2	4
Максимальная концентрация NO <sub>2</sub> , п×ПДК <sub>МР</sub>	100	90	245	200
Максимальная концентрация СО, п×ПДК <sub>МР</sub>	18	15	44	37
Максимальное расстояние, на котором не происходит превышение ПДК <sub>МР</sub> для NO <sub>2</sub> , км	1,2	~1	~2	
Максимальное расстояние, на котором не происходит превышение ПДК <sub>МР</sub> для СО, км	~0,5		~1	

Полученные оценки воздействия РКН «Рокот» на приземный слой атмосферы во время старта и полета следует считать верхними (максимальными), так как в проведенных расчетах были приняты следующие допущения:

- окись азота полностью окисляется в двуокись азота;
- окисление окиси углерода в атмосфере не происходит;
- скорость ветра постоянна в диапазоне высот от 0 до 4 м;
- всплытия стартового облака не происходит и т.д.

Таким образом, оценка уровня воздействия старта и полета РКН «Рокот» на приземный слой атмосферы позволяет сделать следующий вывод: при старте РКН «Рокот» на расстояниях менее 100 м от пускового стола в течение 30-50

секунд с момента старта возможно превышение в сотни раз ПДК<sub>МР</sub> для двуокиси азота и в десятки раз - для оксида углерода. Однако при самых неблагоприятных метеорологических и сезонных условиях уже через 16 минут с момента старта РН концентрация двуокиси азота не превысит ПДК<sub>МР</sub> на расстоянии 2 км от места старта, а через 16 минут концентрация окиси углерода не превысит ПДК<sub>МР</sub> на расстоянии 1 км.

По информации изложенной в «Материалах оценки воздействия РКК «Рокот» на окружающую среду» (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 2012г) в целях определения величины воздействия на атмосферный воздух источников загрязнения наземной инфраструктуры РКК 14К256 при подготовке к пуску РКН, а так же в целях оценки состояния приземного атмосферного воздуха непосредственно на площадках стартового комплекса, задействованных при подготовке к пуску РКН «Рокот», были проведены натурные измерения. Результаты измерений приведены в таблицах 2.3.2.4 – 2.3.2.6.

Таблица 2.3.2.4 - Результаты анализа проб атмосферного воздуха (приземный слой) при проведении демонстрационного пуска РКН «Рокот» (дата пуска - 16.05.2000 г.)

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
Протокол № 117						
1.	16.05.2000	НДМГ	0,1	0,36	3,6 ПДК	Пусковая
2.	16.05.2000	НДМГ	0,1	<0,05	< 0,5 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	16.05.2000	НДМГ	0,1	<0,05	< 0,5 ПДК	Приемные колонки «О»
Протокол № 118						
1.	16.05.2000	СО	6,25	<0,01	< 0,02 ПДК	Пусковая
2.	16.05.2000	СО	6,25	5,7	0,91 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	16.05.2000	СО	6,25	<0,01	< 0,02 ПДК	Приемные колонки «О»
4.	16.05.2000	NO <sub>2</sub>	0,6	2,0	3,33 ПДК	Пусковая
5.	16.05.2000	NO <sub>2</sub>	0,6	<0,05	< 0,5 ПДК	Приемные колонки «Г»
6.	16.05.2000	NO <sub>2</sub>	0,6	<0,05	< 0,5 ПДК	Приемные колонки «О»

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
7.	16.05.2000	SO <sub>2</sub>	11,4	<0,01	исчезающее мало (< 0,001 ПДК)	Пусковая
8.	16.05.2000	SO <sub>2</sub>	11,4	4,0	0,35 ПДК	Приемные колонки «Г»
9.	16.05.2000	SO <sub>2</sub>	11,4	<0,01	исчезающее мало (< 0,001 ПДК)	Приемные колонки «О»

*Примечания:* 1. Превышения ПДК отмечены в виде «затемнения».  
2. Превышение ПДК по окислам азота (п.4 протокола № 118) обусловлено работой ДЭС и установок по обезвреживанию КРТ.

Таблица 2.3.2.5 - Результаты анализа проб атмосферного воздуха (приземный слой) при запуске КА «Монитор-Э» ракетой космического назначения «Рокот» (дата пуска - 26.08.2005 г.)

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
Перед пуском РКН «Рокот» (протокол № 1/108)						
1.	26.08.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Пусковая
2.	26.08.2005	НДМГ	0,1	0,11	1,1 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	26.08.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «О»
Перед пуском РКН «Рокот» (протокол №57)						
1.	26.08.2005	СО	6,25	2,3	0,37 ПДК	Пусковая
2.	26.08.2005	СО	6,25	4,8	0,77 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	26.08.2005	СО	6,25	1,7	0,27 ПДК	Приемные колонки «О»
4.	26.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,57	0,95 ПДК	Пусковая
5.	26.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,34	0,57 ПДК	Приемные колонки «Г»
6.	26.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,6	1,0 ПДК	Приемные колонки «О»
7.	26.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	3,7	0,33 ПДК	Пусковая
8.	26.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	4,2	0,37 ПДК	Приемные колонки «Г»
9.	26.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	2,2	0,2 ПДК	Приемные колонки «О»
На следующий день после пуска РКН «Рокот» (протокол №109)						
1.	27.08.2005	НДМГ	0,1	0,057	0,57 ПДК	Пусковая
2.	27.08.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	27.08.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «О»
На следующий день после пуска РКН «Рокот» (протокол №58)						

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
1.	27.08.2005	СО	6,25	3,6	0,58 ПДК	Пусковая
2.	27.08.2005	СО	6,25	2,8	0,45 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	27.08.2005	СО	6,25	3,3	0,53 ПДК	Приемные колонки «О»
4.	27.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,51	0,85 ПДК	Пусковая
5.	27.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,43	0,72 ПДК	Приемные колонки «Г»
6.	27.08.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,41	0,68 ПДК	Приемные колонки «О»
7.	27.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	3,4	0,3 ПДК	Пусковая
8.	27.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	4,8	0,42 ПДК	Приемные колонки «Г»
9.	27.08.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	2,8	0,18 ПДК	Приемные колонки «О»

Таблица 2.3.2.6 - Результаты анализа проб атмосферного воздуха (приземный слой) при запуске КА «Cryosat» ракетой космического назначения «Рокот» (дата пуска - 09.10.2005 г.)

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
Перед пуском РКН «Рокот» (протокол №115)						
1.	09.10.2005	НДМГ	0,1	0,063	0,63 ПДК	Пусковая
2.	09.10.2005	НДМГ	0,1	0,084	0,63 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	09.10.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «О»
Перед пуском РКН «Рокот» (протокол №63)						
1.	09.10.2005	СО	6,25	4,7	0,75 ПДК	Пусковая
2.	09.10.2005	СО	6,25	6,1	0,98 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	09.10.2005	СО	6,25	4,6	0,74 ПДК	Приемные колонки «О»
4.	09.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,62	1,03 ПДК	Пусковая
5.	09.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,48	0,80 ПДК	Приемные колонки «Г»
6.	09.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,37	0,62 ПДК	Приемные колонки «О»
7.	09.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	7,9	0,69 ПДК	Пусковая
8.	09.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	5,8	0,51 ПДК	Приемные колонки «Г»
12.	09.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	2,9	0,25 ПДК	Приемные колонки «О»
На следующий день после пуска РКН «Рокот» (протокол №116)						

№ п/п	Дата отбора проб	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Величина		Место отбора проб
				мг/м <sup>3</sup>	в долях ПДК	
1.	10.10.2005	НДМГ	0,1	0,057	0,57 ПДК	Пусковая
2.	10.10.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	10.10.2005	НДМГ	0,1	<0,05	<0,5 ПДК	Приемные колонки «О»
На следующий день после пуска РКН «Рокот» (протокол №64)						
1.	10.10.2005	СО	6,25	3,3	0,53 ПДК	Пусковая
2.	10.10.2005	СО	6,25	4,8	0,77 ПДК	Приемные колонки «Г»
3.	10.10.2005	СО	6,25	3,4	0,54 ПДК	Приемные колонки «О»
4.	10.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,51	0,85 ПДК	Пусковая
5.	10.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,28	0,47 ПДК	Приемные колонки «Г»
6.	10.10.2005	NO <sub>2</sub>	0,6	0,41	0,68 ПДК	Приемные колонки «О»
7.	10.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	5,5	0,48 ПДК	Пусковая
8.	10.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	4,2	0,37 ПДК	Приемные колонки «Г»
9.	10.10.2005	SO <sub>2</sub>	11,4	4,8	0,42 ПДК	Приемные колонки «О»

### 2.3.3 Оценка возможности образования кислотных осадков и туманов при проведении испытаний РКК

Выбросы кислотообразующих веществ наблюдаются при старте и полете РКН «Рокот». При этом основными кислотообразующими веществами являются окислы азота и сернистый ангидрид. Образованные данными соединениями азотная и серная кислоты диссоциируют с образованием положительно заряженных ионов водорода, которые и определяют кислотность среды:

$$pH(t) = -\lg [H^+]* \quad (1)$$

Опасность нахождения кислотообразующих веществ в приземных слоях атмосферы обусловлена переносом сильных кислот и их солей к поверхности земли посредством сухого или мокрого осаждения.

Сухое осаждение - это прямой перенос с последующей адсорбцией газов и частиц, находящихся в стартовом облаке, природными поверхностями

(растительностью, водой, почвой).

Мокрое осаждение - косвенный перенос некоторых частиц из атмосферы к поверхности земли с дождем, снегом или градом внутри или на поверхности частиц соответствующих видов осадков.

Наиболее опасным, с точки зрения воздействия на ОС, является сухое осаждение кислот и их солей, находящихся в стартовом облаке, так как при воздействии атмосферных осадков (мокрое осаждение) происходит вымывание данных кислот и их солей («разбавление» их концентрации), в результате чего снижается уровень кислотности атмосферных водяных паров.

При старте РКН «Рокот» стартовое облако всплывает на высоту порядка 130...150 м. Время полета РКН «Рокот» до этой высоты составляет около 14-15 с. Учитывая, что средний массовый расход топлива через срез сопла ДУ 1-й ступени РКН «Рокот» составляет 337,32 кг/с, а при сгорании 1 кг топлива образуется 0,276 моль (8,3 г) окиси азота, а также полагая, что все количество NO, выброшенного с продуктами сгорания за это время перейдет в диоксид азота, а потом в азотную кислоту, общее количество азотной кислоты, находящейся в стартовом облаке, составит 1285 моль (около 81 кг).

Уровень кислотности атмосферных водяных паров в районе расположения СК с концентрацией положительно заряженных ионов водорода  $pH \leq 3$  может наблюдаться в течение 13...25 минут на расстояниях до 3,6 км от места старта, а  $pH \leq 4$  - в течение 19...34 минут на расстояниях до 5,3 км от места старта.

Полученные в результате расчетов параметры кислотности стартового облака продуктов сгорания КРТ для различных сезонных условий и скорости ветра приведены в таблице 2.3.3.1.

Таблица 2.3.3.1

Параметры стартового облака	Зима		Лето	
	Скорость ветра			
	2 м/с	4 м/с	2 м/с	4 м/с
Стартовое облако с показателем $pH=2$				
Время жизни, мин.	12	10	11	8

Глубина распространения, км	1,446	2,320	1,282	1,970
Стартовое облако с показателем рН=3				
Время жизни, мин.	21	15	18	13
Глубина распространения, км	2,504	3,590	2,206	3,146
Стартовое облако с показателем рН=4				
Время жизни, мин.	34	22	29	19
Глубина распространения, км	4,072	5,288	3,502	4,722

Таким образом, при пусках РКН «Рокот» могут образовываться в течение непродолжительного времени с момента старта ракеты (~ 20 мин.) локальные области с кислотностью водяных паров  $pH \leq 3$ , которые могут распространяться на расстояние порядка 3,6 км от места старта ракеты. При этом области с кислотностью водяных паров в атмосфере  $pH \leq 2$  могут образовываться на расстояниях порядка 2 км от места старта ракеты в течение 8...12 мин. с момента старта РН.

В случае попадания стартового кислотного облака в зону осадков в период его существования происходит вымывание двуокиси азота, в результате чего его концентрация в атмосферном воздухе и в каплях дождя (в снеге) снижается до безопасной в течение малого промежутка времени (порядка 15...20 с для интенсивности дождя или снега 2 мм/ч). При этом кислотность самих осадков не будет ниже  $pH = 4$ .

Непосредственно в момент старта РКН «Рокот» уровень кислотности может достигать величины  $pH = 1$ , однако такой уровень негативного воздействия будет существовать в районе расположения стартового комплекса на расстояниях порядка 100 м не более 1 минуты с момента старта ракеты. Уровень кислотности тумана при старте РКН «Рокот» может достигать величины  $pH = 2$  на расстояниях порядка 500 метров от пускового стола в течение 15 минут. Уровень кислотности при старте РКН «Рокот» может достигать величины  $pH = 3$  на расстояниях до 1 км от пускового стола в течение 20 минут.

Следует отметить, что кислотные осадки и туманы для почв в районе расположения космодрома «Плесецк» неопасны. На дне лесной подстилки

находится гумус с повышенной кислотностью ( $\text{pH} \sim 4$ ). Кислотность гумуса объясняется разложением органических веществ под влиянием микроорганизмов, приводящим к образованию гумуса, богатого органическими кислотами.

В результате выпадения кислотных осадков возможно локальное частичное поражение вершук хвойных деревьев, окружающих площадку 133 (стартовый комплекс РКК «Рокот»). Вместе с тем следует отметить, что до настоящего времени при эксплуатации аналогичных РКК «Рокот» комплексов «Циклон-3» и «Космос-3М», задействованных длительное время на площадках смежных с испытательными площадками РКК «Рокот», данного эффекта не наблюдалось.

Необходимо отметить, что полученные оценки следует считать максимальными, так как в предложенном подходе по исследованию процессов образования и распространения кислотных осадков были приняты следующие допущения:

- не учитывалось «всплытие» нагретого стартового облака;
- полагалось, что все количество выброшенных в атмосферу кислотообразующих компонентов продуктов сгорания КРТ (сернистого ангидрида и окиси азота) переходит в кислоты, которые полностью диссоциируют.

Таким образом, оценка возможности образования и распространения кислотных осадков и туманов при проведении испытаний РКК 14К256 позволяет сделать выводы, что уровень кислотности атмосферных водяных паров  $\text{pH} \leq 2$  при старте РКК «Рокот» может наблюдаться при самых неблагоприятных метеорологических и сезонных условиях в течение 12 минут на расстояниях до 2 км от места старта. Уровень кислотности атмосферных водяных паров  $\text{pH} \leq 3$  - в течение 25 минут на расстояниях до 3,6 км от места старта.

## **2.4 Подземные и поверхностные воды**

#### **2.4.1 Оценка воздействия на подземные и поверхностные воды при подготовке РКК к проведению испытаний**

Подготовка РКК 14К256 к проведению испытаний предусматривает использование существующих и функционирующих в настоящее время инженерных систем космодрома «Плесецк», в том числе водоснабжения и канализации. Поэтому воздействия на подземные и поверхностные воды непосредственно при подготовке комплекса к испытаниям не предполагается.

Стартовый комплекс (площадка 133) имеет общие водозаборные сооружения с площадками 121 (административно-казарменная зона) и 132 (пусковая установка стартового комплекса РКК «Космос-3М») в составе:

- двух артезианских скважин, производительностью 63 м<sup>3</sup>/ч (1512 м<sup>3</sup>/сут);
- двух резервуаров запаса воды емкостью по 500 м<sup>3</sup>;
- насосной станции 2-го подъема, оборудованной 4-мя насосами (2 рабочих + 2 резервных) с производительностью 90 м<sup>3</sup>/ч.

Вода расходуется на котельную площадки 121 (120 м<sup>3</sup>/сут.) и технические нужды площадок 132 и 133 (по 120 м<sup>3</sup>/сут.) при штатной пусковой работе и на хозяйственные нужды (610 м<sup>3</sup>/сут. – максимально), а также в случае пополнения пожарного запаса (1110 м<sup>3</sup>/сут.). Производительность существующего водозабора достаточна.

За счет ввода оборотной системы водоснабжения системы охлаждения на площадке 133 уменьшилось потребление свежей воды.

Система водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды относится к 1-й категории.

Проводимый контроль качества потребляемой воды показывает, что вода соответствует нормам, предъявляемым к воде питьевого качества.

Для очистки бытовых стоков в соответствии с рекомендациями заключения экспертной комиссии государственной экологической экспертизы от 19.11.1999 г. построена новая станция биологической очистки сточных вод

на биофильтрах с глубокой очисткой, производительностью 200 м<sup>3</sup>/сут.

В состав очистных сооружений входят следующие объекты:

- блочно-модульная установка БМУ-200;
- три канализационно-насосных станции (КНС);
- самотечная канализация;
- напорный коллектор из труб ПНД;
- три иловые площадки;
- котлован для аварийного сброса бытовых стоков.

Согласно Акту о завершении монтажных и пуско-наладочных работ комплекса очистных сооружений РКК «Рокот» от 08 июня 2004 года, очистные сооружения, выполненные согласно проекту 500/Рокот 133, 121, 132, приняты в эксплуатацию.

В целях сбора промстоков, образующихся при возможных проливах КРТ, при срабатывании системы противопожарной защиты и подачи промстоков и паров КРТ в посторонние агрегаты на СК предусмотрена система промсточной канализации. Система промсточной канализации используется из состава технологического оборудования СК РКК «Космос-3М» без доработок. Технические данные системы промсточной канализации приведены в таблице 2.4.1.1.

Таблица 2.4.1.1

Характеристика	Значение
Тип системы	Стационарный
Управление арматурой	Ручное
Основное оборудование, входящее в систему:	
– емкость сбора технологических промстоков с уровнем, шт. × м <sup>3</sup>	4 × 3
– колонка, шт.	6
– приямок сливной, шт.	6
– приямок гидравлический, шт.	12
– струйный насос, шт.	10
– фильтр, шт.	5
– центробежный насос 4Кх-7 с электродвигателем КО-21-2Ц2 220/380В, шт.	1
– щит выдачи азота, шт.	2
– колонка выдачи промстоков, шт.	2

Кроме основного оборудования, система имеет вентили, манометры, предохранительные клапаны, которые расположены в щитах, колонках и на магистральных трубопроводах.

Технический комплекс (площадка 32Т) обеспечивается водой от водопроводных сооружений в составе 6-ти артезианских скважин, двух резервуаров запаса воды и насосной станции 2-го подъема. Водопроводные сооружения обеспечивают хозяйственно-бытовые нужды технического комплекса РКК «Рокот», а также техническое водоснабжение стартового комплекса РКК «Циклон-3». Производительность водозаборных сооружений 210 м<sup>3</sup>/ч (5040 м<sup>3</sup>/сут.). Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды составляет 30 м<sup>3</sup>/ч, на технические - 150 м<sup>3</sup>/ч, т.е. водозабор имеет запас по производительности и в перспективе расширения не требует.

Проводимый контроль качества потребляемой воды показывает, что вода соответствует нормам, предъявляемым к воде питьевого качества.

Хозяйственно-бытовые стоки от объектов ТК собираются в канализационные насосные станции и в количестве 350...380 м<sup>3</sup>/сут. подаются на очистные сооружения биологической очистки (КОС).

Для обеспечения сбора и нейтрализации промстоков, содержащих примеси КРТ, на заправочно-нейтрализационной станции (ЗНС) 11Г143-2 ЗНС (площадка 151а) предусмотрена система промсточной канализации.

Промышленные стоки (промстоки), содержащие токсичные примеси КРТ, могут образовываться на ЗНС в следующих случаях:

- при нейтрализации рукавов и съемных соединений составных частей агрегатов 11Г136 (промстоки с примесями горючего) и 11Г137 (промстоки с примесями окислителя) в помещении промывки рукавов;
- при нейтрализации стационарного оборудования агрегата;
- при нейтрализации изделий;
- при капельных проливах.

Промстоки окислителя и горючего, образующиеся при технологических процессах, связанных с нейтрализацией съемного и стационарного технологического оборудования, а также при нейтрализации (промывке) изделий собираются в приемные емкости самотеком или струйными насосами (в зависимости от отметки сливного приемка). Подача промстоков на нейтрализацию (уничтожение) из емкостей сбора производится с помощью центробежных насосов.

Воздействие на поверхностные воды при наземной подготовке комплекса к проведению испытаний на космодроме «Плесецк» оказывается за счет потребления воды на бытовые нужды и сброса хозяйственно-бытовых вод.

Попадание загрязнённых вод в водные объекты района размещения космодрома «Плесецк» при подготовке комплекса исключено.

#### **2.4.2 Оценка воздействия на подземные и поверхностные воды РКК при проведении запуска РН**

Воздействие на подземные и поверхностные воды при проведении запуска РН может рассматриваться как следствие осаждения распространяющихся продуктов сгорания топлива вблизи стартовой площадки.

Воздействие на поверхностные и подземные воды связано с осаждением в районе старта окиси азота.

Перенасыщенная нитратами и нитритами почва может быть причиной миграции и загрязнения подземных вод, а также поверхностных вод в связи со смывом их с почвы талыми и дождевыми осадками.

В следствии осаждения окиси азота в районе расположения стартовой площадки возможно превышение предельно допустимых концентраций или фонового (исходного) содержания нитратов и нитритов в водных объектах, расположенных в непосредственной близости.

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;

- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9 - 1 мг/дм<sup>3</sup>);
- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Главными процессами, направленными на понижение концентрации нитратов, являются потребление их фитопланктоном и денитрофицирующими бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов на окисление органических веществ. В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

В незагрязненных поверхностных водах концентрация нитрат-ионов не превышает величины порядка десятков микрограммов в литре (в пересчете на азот). С нарастанием эвтрофикации абсолютная концентрация нитратного азота и его доля в сумме минерального азота возрастают, достигая  $n \cdot 10^{-1}$  мг/дм<sup>3</sup>. В незагрязненных подземных водах содержание нитратных ионов обычно выражается сотыми, десятыми долями миллиграмма и реже единицами миллиграммов в литре. Подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоемы (т.к. отсутствует потребитель нитратов).

В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. В кислых водах могут присутствовать небольшие концентрации азотистой кислоты ( $\text{HNO}_2$ ) (не диссоциированной на ионы). Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления  $\text{NO}_2$  в  $\text{NO}_3$ , что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем. Концентрация нитритов в поверхностных водах составляет сотые (иногда даже тысячные) доли миллиграмма в  $1 \text{ дм}^3$ ; в подземных водах концентрация нитритов обычно выше, особенно в верхних водоносных горизонтах (сотые, десятые доли миллиграмма в  $1 \text{ дм}^3$ ). Сезонные колебания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении неживого органического вещества. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается.

Действие нитратов и нитритов на гидробионты заключается в нарушении кровоснабжения – транспортировке кислорода к жизненно важным органам. Другое негативное влияние нитратов и нитритов на гидробионты заключается в том, что повышенные их концентрации в воде водоемов стимулируют развитие водной растительности и планктона; это явление называется эвтрофикацией. Избыток водной растительности на стадии, когда начинается гниение погибших растений, приводит к недостатку растворенного в воде кислорода, что пагубно отражается на гидробионтах.

#### **2.4.3 Оценка воздействия отделяющихся частей РКН на подземные и поверхностные воды в районах падения**

Районы падения ОЧ РН расположены в акваториях Баренцева моря, Северного Ледовитого океана и моря Баффина.

Существенным фактором снижения негативного экологического воздействия запуска РКН «Рокот» на окружающую среду является выбор

районов падения ОЧ РН в безлюдных районах, каковыми являются акватории морей.

Возможные негативные экологические последствия падения ОЧ РКН «Рокот» в акватории морей определяются следующими факторами техногенного воздействия:

- механическое (*ударное*) воздействие отделяющихся ступеней ракеты-носителя (или их не полностью сгоревших в атмосфере фрагментов) и створок головного обтекателя РН при падении в воду, на снежно-ледовый покров;
- химическое воздействие на биоту компонентами ракетного топлива и продуктов их распада, как в окружающей среде, так и метаболитов в живых организмах.

При пусках РКН «Рокот» отделение ускорителей первой и второй ступеней происходит на высотах порядка 70 км и 300 км соответственно. На момент отделения ускорителей расчетное количество остатков компонентов ракетного топлива (НДМГ и АТ) в ОЧ РН составляет:

- для ускорителя 1-й ступени РН: 397 кг окислителя (АТ) и 327 кг горючего (НДМГ);
- для ускорителя 2-й ступени РН: 241 кг окислителя (АТ) и 139 кг горючего (НДМГ).

Сами ускорители ступеней, а также створки головных обтекателей РКН «Рокот» изготовлены из химически инертных сплавов.

Из литературных источников известно, что скорость окисления НДМГ в воде зависит от начальной его концентрации, концентрации растворенного кислорода и наличия определенных групп микроорганизмов. В присутствии кислорода в воде с увеличением рН, увеличением температуры, в присутствии ионов  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mn(II)$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  скорость разложения НДМГ возрастает.

При попадании НДМГ в воду под влиянием естественных природных факторов (солнечная радиация, присутствие химически активных примесей и т.д.) происходит его окисление кислородом, содержащимся в воде. Кроме того,

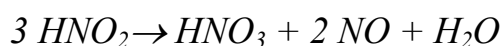
НДМГ подвергается разложению с образованием хорошо идентифицируемых соединений. Наиболее интенсивно процесс окисления НДМГ в воде происходит в первые 7-10 суток, в результате чего увеличиваются концентрации ДМА и ФА. Этот процесс продолжается во времени практически до полного окисления НДМГ. На процесс окисления НДМГ существенно влияет его первоначальная концентрация: скорость окисления уменьшается с увеличением концентрации НДМГ. В воде продукты окисления и разложения НДМГ подвергаются дальнейшему химическому и биохимическому окислению.

Количественной характеристикой стабильности НДМГ является время, за которое разлагается 50% исходной его концентрации в летних и зимних условиях. Стабильность водных растворов НДМГ и его производных с концентрацией 1-10 мг/л в условиях, характерных для летнего и зимнего режима водоема, приведены в таблице 2.4.3.1. Наиболее стабильными являются НДМА, НДМГ, ТМТ; менее стабильными – ДМА и ФА. Стабильность первых трех соединений в зимних условиях возрастает в 10-15 раз.

Таблица 2.4.3.1 – Стабильность водных растворов НДМГ и его производных (исходная концентрация 1-10 мг/л) в условиях, характерных для летнего и зимнего режима водоема

Вещество	Время полураспада, сутки	Константы скоростей превращения веществ в воде, 1/сутки	
		Летние условия	Зимние условия
ФА	1-2	0,345	0,345
ДМА	более 2	0,153	0,076
ТМТ	более 5	0,138	0,011
НДМГ	более 6	0,115	0,007
НДМА	более 15	0,046	0,004

АТ, растворяясь в воде, вступает с ней в реакцию, образуя азотную  $\text{HNO}_3$  и азотистую  $\text{HNO}_2$  кислоты. Азотистая кислота в силу своей нестабильности разлагается, образуя также азотную кислоту:



Азотная и азотистая кислоты взаимодействуют с органическими и неорганическими веществами с образованием нитро- и нитрозо- соединений. Кроме того, данные кислоты и их соли диссоциируют с образованием нитрат-ионов и нитрит-ионов. В незагрязненных природных водах концентрация нитрат-иона не превышает 0,2 мг/л.

Количество попадающего в воду ракетного топлива обычно существенно меньше расчетных гарантийных остатков КРТ, содержащихся в отделяющихся первых и вторых ступенях РН. При падении ОЧ РН происходит частичное разрушение конструкций в плотных слоях атмосферы, в результате чего происходит выброс части остатков топлива в атмосферу, их распыление и аэрогенный перенос. В большинстве случаев в атмосфере распыляется до 70% остатков топлива из ускорителя 1-й ступени РКН «Рокот». Что касается ускорителя 2-й ступени, то необходимо отметить, что в процессе падения он частично сгорает в плотных слоях атмосферы вместе с имеющимися остатками КРТ.

Тем не менее, исходя из пессимистического прогноза, количество попадающего в воду НДМГ может быть принято на уровне 300...350 кг. В случае падения ОЧ РН на паковый лед при ударе возможен взрыв и возгорание части топлива, как и при ударе о землю. Часть топлива разбрасывается с фрагментами конструкции ОЧ. Количество пролитого топлива зависит от эффективности взрыва.

При падении ускорителя второй ступени (высота отделения – около 300 км) большая часть топлива сгорает и испаряется на высотах 30-50 км от поверхности Земли. Только небольшая часть, несгоревшая вместе с конструкцией ступени, попадает в атмосферу, где рассеивается под действием ветра на значительной площади. В жидком виде остатки ракетного топлива могут попасть в воду или на лед только из трубопроводов двигательной установки.

Площади акватории и объемы вод, загрязненных НДМГ и токсичными продуктами его распада в летальных концентрациях, определялись с применением методов моделирования распространения загрязнения в морской среде из точечного источника. При этом учитывались средние и различной степени обеспеченности (вероятности) гидрологические и метеорологические условия (направления и скорости течений, ветра, высота волн, ледовые условия и т.д.) районов возможного падения ОЧ РН. Предварительно в качестве ближайшего аналога использовались результаты моделирования в Баренцевом море разливов нефти, метанола (на Штокмановском месторождении) и взвеси бурового шлама и донных осадков. По 100%-ной растворимости в воде гептил аналогичен метанолу, но токсичность его на порядок величин больше.

При разливе на поверхности моря и распространении загрязнения из точечного источника под влиянием течения и ветра образуется шлейф загрязненных вод чаще всего эллипсоидной формы с соотношением продольной и поперечной осей около 7:1 или несколько больше.

В зависимости от объема разлива, высоты ветровых волн и глубины залегания главного пикноклина (скачка плотности) глубина распространения загрязнения под влиянием перемешивания может варьировать от нескольких метров (3...7 м) до 15...25 м. Возможно рассмотрение варианта с источником загрязнения (емкостью), погруженным на дно или в процессе его погружения.

При разливе 300...350 кг ракетного топлива на поверхности моря и последующем разбавлении будет загрязнен до условно летальной концентрации объем воды 0,006...0,007 км<sup>3</sup>. Площадь акватории опасного загрязнения гептилом в зависимости от глубины перемешивания составит примерно от 0,3...0,4 до 1...2 км<sup>2</sup>. Кроме гептила, в морскую среду может попасть порядка 500 кг (максимальная оценка) токсичного окислителя – азотного тетраоксида, что добавит еще около 0,01 км<sup>3</sup> объема опасно загрязненной воды.

При ориентировочных оценках указанный выше или близкий к нему объем опасно загрязненной ракетным топливом воды сравнивается обычно с объемом вод всего Баренцева моря. При площади акватории 1405 тыс. км<sup>2</sup> и средней глубине 200 м объем воды в Баренцевом море составляет 282 тыс. км<sup>3</sup>. По уточненным данным, площадь Баренцева моря равна 1424 тыс. км<sup>2</sup>, тогда объем его вод составляет примерно 285 тыс. км<sup>3</sup>. Таким образом, объем опасно загрязненной воды только гептилом при пуске одной РКН «Рокот» составит около  $(2...2,5) \times 10^{-8}$  объема воды всего моря. С учетом разлива окислителя общий объем загрязненных вод может составить порядка  $6 \times 10^{-8}$  объема воды всего моря.

Северный Ледовитый океан (СЛО) имеет сплошной круглогодичный покров дрейфующего льда, площадь которого в период максимального развития достигает 10 млн. кв. км. Толщина этого покрова колеблется по всей площади.

По характеру ледяного покрова и своеобразию ледового режима в океане выделяются две основные зоны: Центральный Арктический бассейн, занимающий срединную глубоководную часть океана, и окраинные моря, расположенные в пределах шельфа.

Центральный Арктический бассейн в течение всего года заполнен сплоченным льдом (в виде полей сморози), среди которых преобладают многолетние образования. Остальное пространство заполнено двухлетним и однолетним льдом (поля, обломки полей, битый), выносимом из окраинных морей. В процессе многолетнего дрейфа через Арктический бассейн эти льды в результате естественного нарастания достигают равновесной толщины.

Летом (июнь-август) в Арктическом бассейне вытаивают лишь тонкие льды, образовавшиеся в конце зимы в каналах и разводьях. В это время на ровных участках появляются многочисленные углубления, заполненные талой водой; иногда под ними образуются сквозные проталины-воронки.

Около 15-20% льда, заполняющего Арктический бассейн, ежегодно выносится в Гренландское море, а также частично в проливы Канадского Арктического архипелага и некоторые окраинные моря, где он разрушается. Основная же масса льда дрейфует в океане в течение многих лет.

В окраинных морях ледяной покров испытывает значительные сезонные и межгодовые изменения. В зимний период лед отличается большой неоднородностью. Перед началом замерзания ледяной покров состоит из оставшегося после летнего таяния битого однолетнего, двухлетнего и многолетнего льда. Эти льды располагаются преимущественно в северных частях морей. Молодой лед в прикромочной полосе появляется в среднем во второй половине сентября, а к середине октября ледообразование на большинстве участков распространяется до берега.

Среди окраинных морей СЛО сильно отличающийся ледовый режим характерен для морей его европейского сектора – Норвежского, Баренцева, а также частично для Гренландского моря и Девисова пролива. В течение всего года или на протяжении большей его части эти акватории свободны от паковых и дрейфующих битых льдов.

Для трассы полета РН с наклоном  $98^\circ$  падение на лед возможно только створок ГО в период с ноября по май, в годы наибольшего распространения дрейфующих льдов – по июнь-июль. Падение первых ступеней в течение всего года приходится на районы чистой воды Баренцева моря.

Для трассы полета РН с наклоном  $86,4^\circ$  падение первой ступени на ледово-снежный покров Баренцева моря наиболее вероятно в период с ноября-декабря по июнь-июль. Падение створок ГО на лед или в заприпайные полыньи при северо-восточных траекториях возможно в течение всего года, кроме лет крайнего смещения на север границы льдов, когда возможно падение этих частей РН на открытую ото льда акваторию в августе-октябре.

Что касается второй ступени РКН «Рокот», то её отделение происходит фактически в условиях суборбитального полета (высота – 217...230 км,

скорость – 5805,35 м/с). Учитывая более жесткие условия входа 2-й ступени в плотные слои атмосферы, большую продолжительность ее падения и существенно меньшие массо-габаритные параметры, по сравнению с 1-й ступенью, можно утверждать, что после разрушения 2-й ступени ее фрагменты практически не достигают поверхности Земли, за исключением жаропрочных элементов конструкции.

При северо-западных направлениях запуска РКН «Рокот» существует вероятность попадания единичных несгоревших в атмосфере фрагментов 2 ступени не только на лед, но и в воду на открытой практически в течение всего года акватории стационарной полыньи моря Баффина.

## **2.5 Оценка акустического воздействия на окружающую среду**

### **2.5.1 Оценка акустического воздействия на окружающую среду при подготовке РКК к испытаниям**

При подготовке РКК 14К256 к испытаниям источниками шума являются:

- средств транспортирования и подвижные транспортные средства;
- подвижные агрегаты нейтрализации паров и промстоков КРТ;
- дизельные электростанции (агрегаты).

Движение средств транспортирования и подвижных транспортных средств, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям на космодроме «Плесецк», разнесено по времени и проходит на большом удалении от населённых пунктов. Дизельные электростанции (ДЭС) размещаются внутри специальных контейнеров, конструкция которых обеспечивает необходимую степень защиты от шума. На агрегатах нейтрализации паров и промстоков КРТ устанавливаются стандартные глушители. Уровень шума от данных источников при проведении штатных работ не превышает 90 дБА.

Для оценки шумового воздействия был произведен расчет уровней звука относительно нормируемых областей – территории жилой застройки в ближайших населенных пунктах – согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории

жилой застройки». Пределы допустимого шума в дневное время: 55 дБА для эквивалентного уровня звука ( $L_{Aэкв}$ ) и 70 дБА для максимального уровня звука ( $L_{Aмакс}$ ). Расчет производился только для дневного времени, т.к. приведенное оборудование не работает в ночное время. Параметры для расчета выбирались исходя из известного режима работы и имеющихся данных об аналогичном оборудовании. По итогу, превышений нормативов не наблюдается уже на границе площадок 133 и 32Т. Таким образом, акустическое воздействие при подготовке РКК 14К256 к испытаниям можно считать допустимым. Подробный расчет распространения звука представлен в Приложении 2.

По информации, изложенной в «Материалах оценки воздействия РКК «Рокот» на окружающую среду» (ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 2012г) в целях определения акустического воздействия на окружающую среду при наземной подготовке РКК «Рокот» были проведены натурные измерения шумовых характеристик, результаты которых представлены в Приложении 2.

Результаты натурных измерений показали, что уровень шумового воздействия при наземной подготовке РКК находится в пределах допустимых значений.

### **2.5.2 Оценка акустического воздействия на окружающую среду при пуске РКН «Рокот»**

Старт и полет РКН «Рокот» сопровождаются значительным акустическим воздействием на ОС, связанным, главным образом, с высокой скоростью истечения продуктов сгорания. В связи с этим, вблизи стартовой площадки (на расстояниях до нескольких километров) уровни шума очень велики - звуковые давления могут в несколько раз превышать максимальные величины для природного фона атмосферы, что оказывает негативное воздействие на людей и фауну.

Максимальная величина эквивалентного (по энергии) уровня звукового давления, возникающего при старте РКН «Рокот» составляет порядка 115 дБА в интервале частот 20-200 Гц, а в интервале частот 200-2000 Гц – 105 дБА.

Для сравнения отметим некоторые эквивалентные уровни звукового давления, создаваемого различными источниками шума:

- выстрел артиллерийского орудия – 170 дБА;
- оркестр – 110 дБА;
- метро – 80-90 дБА.

В сельской местности уровень шума составляет 30 дБА.

В соответствии с ОТГ 11.1.31-95, уровни звукового давления для источников непостоянного импульсного шума (такими источниками и являются РН) не должны превышать значения 125 дБА.

Результаты акустического расчета представлены в таблице 2.5.2.1.

Таблица 2.5.2.1

Высота полета РН	Расстояние до расчетной точки, км								
	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	10,0
0 м	105,48	98,94	89,42	80,8	74,68	65,58	60,86	46,02	14,0
50 м	115,49	108,95	99,43	90,8	84,68	75,58	70,86	56,02	24,0
1100 м*	89,45	89,43	88,18	84,67	80,54	76,81	69,26	35,33	23,5

*Примечание: \* - РКН «Рокот» достигает высоты 1100 м через 30 с после старта.*

Вместе с тем, результаты проведенных расчетов показали, что уровень акустического воздействия РКН «Рокот» на ОС при старте не превышает установленных требованиями нормативов.

Акустическое воздействие на ОС при старте РН является локальным и непродолжительным. В окрестности стартовой площадки в первые секунды с момента запуска РКН «Рокот» уровни эквивалентного звукового давления достигают величин ~120 дБА. Максимальное расстояние от места старта, на котором будет наблюдаться уровень акустического давления выше 30 дБ (фоновый шум), составит не более 5,7 км (при времени воздействия порядка 30 с). При этом максимальное время акустического воздействия на ОС, превышающего фоновый уровень в районе старта, составит порядка 40-50 с.

## 2.6 Оценка электромагнитного воздействия на окружающую среду

Для организации и проведения внешнетраекторных измерений и обработки данных телеметрии при пусках РКН «Рокот», а также для сбора, первичной обработки измерительной информации и представления её потребителю в согласованном виде задействуется комплекс средств измерений, сбора и обработки информации (КСИСО). В состав КСИСО непосредственно

для обеспечения пусков РН входят полигонный измерительный комплекс космодрома «Плесецк», включающий отдельные измерительные пункты (ОИП), а также отдельные командно-измерительные комплексы (ОКИК) из состава наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ).

Источниками фонового электромагнитного загрязнения районов эксплуатации РКК 14К256 являются радиотехнические системы траекторных измерений (РСТИ) измерительных пунктов (ИП), входящих в состав измерительного комплекса космодрома «Плесецк», работающие в сверхвысококачастотном диапазоне и обладающие достаточно высокой мощностью.

Ультравысококачастотный (УВЧ) и сверхвысококачастотный (СВЧ) диапазоны функционирования РСТИ ИП характеризуются тем, что в этих диапазонах частот переход энергии электромагнитного поля в другие виды энергии (в частности, в тепловую), особенно в биологической ткани, происходит с высокой эффективностью.

Сложность определения влияния микроволновых излучений на окружающую природную среду обусловлена отсутствием предельно допустимых норм СВЧ-облучения для биоты.

Существующие результаты экспериментальных исследований, показывают, что экологические последствия микроволновых излучений определяются их частотой и мощностью. Так, например, низкоинтенсивные (с плотностью потока мощности около  $5 \cdot 10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>) электромагнитные излучения в УВЧ-диапазоне с частотами, характерными для природных источников (галактических радиоизлучений), могут оказывать выраженное стимулирующее действие на растения, приводить к повышению биопродуктивности. В целом для биоты характерна адаптация к самым различным физическим воздействиям, в том числе, к СВЧ-излучениям.

Однако, в общем случае, экологические последствия мощных микроволновых излучений других частот, по данным экспериментов, могут быть отрицательными. Так, например, при интенсивном облучении в радиодиапазоне имеет место снижение фотосинтетической активности в листьях растений,

повышение частот хромосомных aberrаций, снижение прорастаемости семян. Интенсивность микроволновых излучений РСТИ быстро падает по мере удаления от источника излучения.

Воздействие микроволновых излучений на животных аналогично воздействию на человека.

Принято считать, что волны миллиметрового диапазона поглощаются поверхностными слоями кожи человека, сантиметрового - кожей и прилегающими к ней тканями. Дециметровые волны проникают в глубину тканей на 8...10 см. В среднем глубина проникновения равна 1/10 длины волны.

Поглощаемая часть электромагнитной энергии вызывает изменение пространственной ориентации (колебание) дипольных молекул, главным образом воды. Электромагнитная энергия переходит в тепловую, ткани нагреваются. Интенсивность нагрева зависит от мощности дозы и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела.

Величина поглощенной дозы при прочих равных условиях зависит от концентрации дипольных молекул в облучаемой ткани, которые обуславливают поглощение энергии в СВЧ-диапазоне.

Нагреванию способствует также затруднение теплоотдачи с облучаемых тканей на окружающие участки тела. Такие условия создаются в органах и тканях с плохим кровоснабжением. К ним следует отнести в первую очередь хрусталик глаза. Под действием излучения в нем происходит коагуляция белков, появляются мелкоточечные или диффузные помутнения, которые в дальнейшем могут прогрессировать и вызвать помутнение всего хрусталика. При достаточной мощности излучения помутнение (катаракта) может наступить в результате однократного облучения.

К тканям, плохо снабжающимся кровью и содержащим большое количество воды, относится и стекловидное тело глаза. Оно также весьма чувствительно к действию СВЧ поля, которое вызывает в нем такие же изменения, как и в хрусталике. Легко подвержены тепловому действию СВЧ-поля паренхиматозные органы (печень, поджелудочная железа и др.), а также

полые органы, содержащие жидкости (мочевой пузырь, желчный пузырь, желудок и др.). Нагревание их может обострить хронические воспалительные процессы, спровоцировать возникновение язв, кровотечений и перфораций.

Повышение температуры вследствие облучения может вызвать некроспермию. При интенсивном общем облучении повышается температура тела и наступает смерть. Характер термического действия СВЧ-поля зависит от длины волны. Волны миллиметрового диапазона, вследствие поглощения поверхностными слоями кожи, вызывают чувство жжения, ожоги кожи, термические конъюнктивиты и ожоги роговицы глаза.

Дециметровые волны проникают глубже, нагревая внутренние органы и ткани. Характерной особенностью их действия является менее значительное влияние на терморецепторы кожи. По этой причине субъективное ощущение не отражает действительную степень нагрева облучаемого участка тела или органа.

Термическое действие СВЧ-поля проявляется при плотностях потока мощности (ППМ) не менее  $10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>. Такие величины ППМ возникают в рабочей зоне лишь при грубом нарушении правил эксплуатации РСТИ и техники безопасности. В обычных условиях работы интенсивности излучения намного ниже указанной величины, вследствие чего считают, что врачу чаще всего приходится встречаться с так называемым нетермическим действием СВЧ поля.

Оно возникает при длительном действии СВЧ-поля малой интенсивности (менее  $10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>). Таким образом, признается наличие кумуляции эффекта действия. Основные изменения, возникающие при этом, носят функциональный, обратимый характер и отмечаются в основном со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем. Имеются данные, свидетельствующие как о прямом действии СВЧ поля на элементы нервной системы, так и о рефлекторном, связанном с облучением рецепторных полей.

Расстройство функций нервной системы проявляется в форме астенического синдрома, при котором характерны жалобы на повышенную утомляемость, ухудшение концентрации внимания, общую слабость, головные

боли, сонливость, повышенную потливость.

Изменения сердечно-сосудистой системы протекают по типу нейроциркуляторной дистонии. Наблюдаются гипотония, брадикардия, ослабление мышечного тона сердца. Нередки жалобы на боли в области сердца, одышку, сердцебиение.

В крови могут наблюдаться нестойкие изменения, в частности, лейкопения, тенденция к тромбопении. Под действием СВЧ-поля иногда возникают трофические изменения, проявляющиеся в выпадении волос, ломкости ногтей и т. д. В синдроме, связанном с действием СВЧ-поля, выделяют три степени.

Первая степень (легкая) – характеризуется начальными явлениями астении, сопровождаемыми отдельными, слабо выраженными симптомами нейроциркуляторной дистонии.

Вторая (средняя) – характеризуется выраженным астеническим состоянием с явлениями нейроциркуляторной дистонии, умеренными эндокринными сдвигами, изменениями лейко- и тромбопоэза.

Третья (тяжелая) – встречается редко. При этой степени помимо симптомов, характерных для второй степени, наблюдаются признаки расстройства центральной нервной системы (страх, галлюцинации, обмороки, адинамия), изменения сердечно-сосудистой системы (коронарная недостаточность), различные трофические и эндокринные нарушения.

На практике чаще всего встречается первая степень. У лиц, работающих многие годы на ремонте и настройке РСТИ, может наблюдаться вторая степень.

Синдром хронического воздействия СВЧ-поля возникает только при таких уровнях облучений, которые превышают предельно допустимые.

Основной вклад в СВЧ-излучения ИК РКК 14К256 вносят радиолокационные станции типа "Кама", предназначенные для траекторных измерений на участке выведения.

РСТИ типа "Кама" имеет следующие основные характеристики:

- рабочий диапазон частот - 2,75 ГГц;
- мощность передатчика - 106 Вт (в импульсе);
- ППМ в раскрыве антенны - 80 000 Вт/см<sup>2</sup> в импульсе.
- время активного функционирования при пуске РН - не более 540 с.

Предельно допустимые уровни облучения в зависимости от времени работы и режима облучения, принятые в настоящее время приведены в таблице 2.6.1.

Таблица 2.6.1

Предельно допустимое время работы	ППМ на рабочих местах и на территориях в зоне облучения фиксированной антенной, Вт/см <sup>2</sup>
8 ч	10 <sup>-5</sup>
2 ч*)	10 <sup>-4</sup>
15...20 мин. *) при условии обязательного пользования защитными очками	10 <sup>-3</sup>
<i>Примечание: *) - в остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10<sup>-5</sup> Вт/см<sup>2</sup>. Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения интенсивность облучения не должна превышать 10<sup>-6</sup> Вт/см<sup>2</sup>.</i>	

Приведенные в таблице 2.6.1 предельно допустимые уровни облучения (за исключением облучения населения) были приняты для сантиметрового диапазона. В результате исследований оказалось возможным распространить их на миллиметровый и дециметровый диапазоны, то есть на длину волны от 1 мм до 100 см. Если сравнить ПДУ, действующие в РФ, с принятыми в США, то следует сказать, что в США они значительно выше и составляют для рабочего дня 10<sup>-2</sup> Вт/см<sup>2</sup>.

Зависимость плотности потока мощности (ППМ) СВЧ-волн, излучаемых при работе РЛС типа «Кама», от расстояния до РЛС представлена на рис. 3.6.1. Как видно из рисунка, уже на расстояниях порядка 4 км от источника излучения ППМ убывает до предельно допустимого для населения уровня (10<sup>-6</sup> Вт/см<sup>2</sup>).

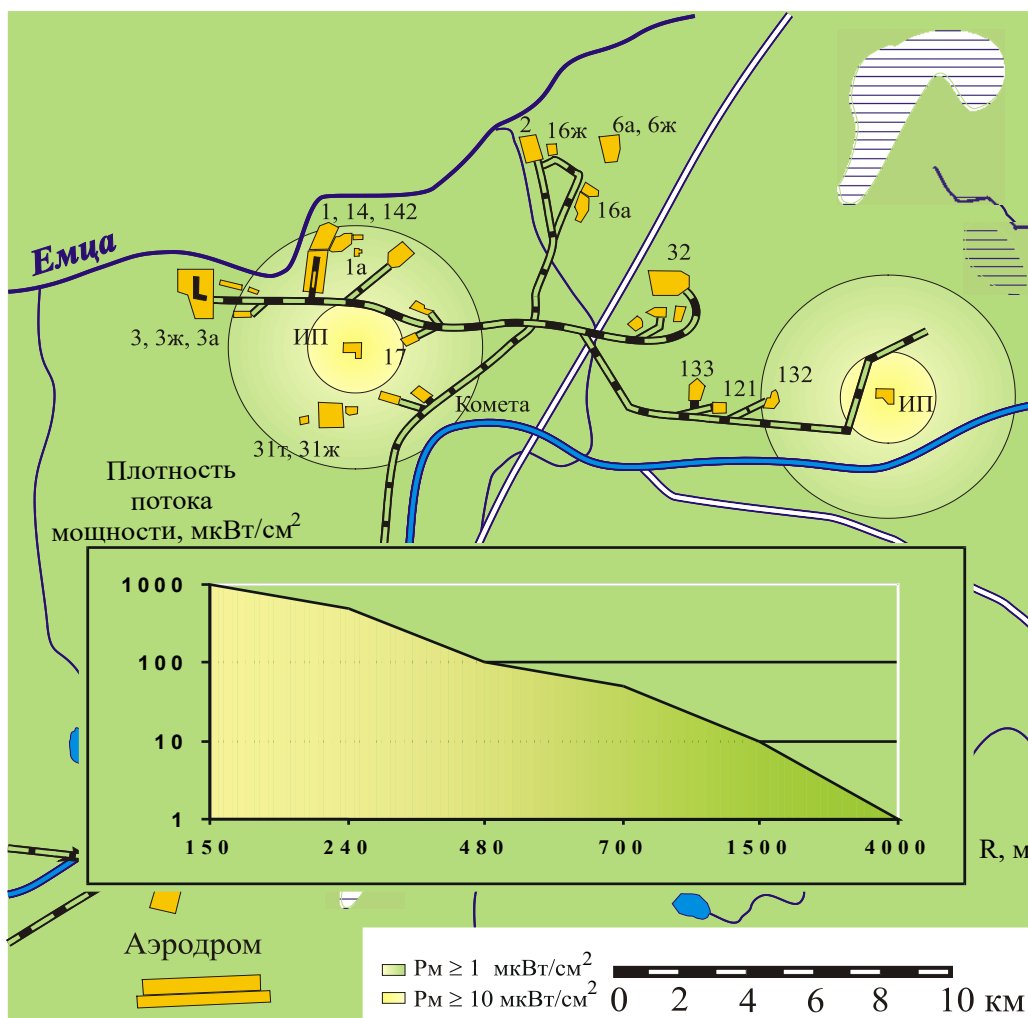


Рисунок 2.6.1 - Зависимость плотности потока мощности СВЧ-волн, излучаемых при работе РЛС типа «Кама» от расстояния до РЛС

## 2.7 Оценка воздействия на околоземное космическое пространство

Засорение околоземного космического пространства (ОКП) так называемым космическим мусором – обломками и мелкими частицами техногенного происхождения, попадающими в ОКП в результате штатной эксплуатации изделий РКТ, является одним из основных видов воздействия РКТ на природную среду, которое в будущем может существенно ограничить космическую деятельность.

В популяцию космического мусора входят действующие и пассивные КА,

остатки РН и РБ и их детали, частицы и фрагменты, образовавшиеся при взрывах изделий в космосе. Наблюдаемая группировка космического мусора с размерами фрагментов более 1 см составляет 7500 – 8000 единиц.

Элементы «космического мусора» распределены вокруг Земли крайне неравномерно, что обусловлено преимущественным использованием определенных орбит, на которых и сосредотачиваются фрагменты и частицы изделий.

Основная часть фрагментов «космического мусора» находится на высотах 300 – 1000 км, т.е. на тех высотах, на которых предполагается использовать РКН «Рокот».

Доля, вносимая в механическое засорение ОКП при эксплуатации РКН «Рокот», оценивается количеством образуемого «космического мусора» и той областью ОКП, в которой он будет концентрироваться.

Засорение полярных орбит происходит из-за особенностей движения частиц «космического мусора» вокруг Земли, которые конденсируются над полярными областями. «Космический мусор» на полярных орбитах рассредоточивается равномерно по долготе, но все частицы при этом равномерно проходят через полюсы, создавая там повышенную концентрацию. Поэтому засорение полярных орбит нежелательно, поскольку любой КА, функционирующий на этих орбитах, будет дважды за один виток проходить в полярных областях с повышенной концентрацией частиц.

Засоренность ОКП при запуске РКН «Рокот» в штатном варианте выведения определяется числом штатных элементов, включая основные элементы РН и РБ и мелкие детали – заглушки, пироболты и т.п. Для всех орбит выведения основным элементом «космического мусора» будет являться отработанный разгонный блок и небольшое количество мелких деталей, отделяющихся от него на последней стадии доразгона, число которых составляет 4-6 на один пуск. При торможении 2-й ступени пиротехническими средствами возможно образование мелкодисперсных частиц продуктов горения твердого

топлива.

Принимая во внимание, что число наблюдаемых фрагментов «космического мусора» в настоящее время достигает 8000, изменение общей популяции частиц за один пуск РКН «Рокот» составит 0,01%, а при десяти запусках в год  $\approx 0,1\%$ , т.е. малую величину, сопоставимую с темпом вымывания «космического мусора» из ОКП в результате аэродинамического торможения и последующего сгорания в верхних слоях атмосферы Земли.

С учетом вышеизложенного, можно сделать вывод, что уровень воздействия на ОКП при заявленных темпах пусков РКН «Рокот» является незначительным и сопоставим с темпом вымывания «космического мусора» из ОКП в результате аэродинамического торможения и последующего сгорания в верхних слоях атмосферы.

Исследования проблемы засорения ОКП показали, что естественный механизм очистки космоса (за счет аэродинамического торможения) эффективен только в пределах высот до 600-700 км, а искусственные способы очистки настолько дороги, что данная проблема может быть решена только в международном масштабе.

В настоящее время реально возможны следующие методы снижения техногенного засорения ОКП:

- исключение запланированных взрывов космической техники в космическом пространстве;
- увод космической техники (ступеней ракет, разгонных блоков, космических аппаратов) из космического пространства сразу после выполнения ею своей задачи. Причем увод может быть осуществлен или в плотные слои атмосферы или на высокие орбиты и отлетные траектории;
- снижение количества отделяемых частей ракетно-космической техники.

Видно, что все перечисленные меры сводятся практически к техническому совершенствованию космической техники или изменению путей ее эксплуатации.

## 2.8 Оценка воздействия на озоновый слой

Озон является одним из наиболее важных элементов атмосферы и единственным компонентом, способным эффективно поглощать солнечное ультрафиолетовое излучение длины волны  $\lambda = 250 - 300$  нм, предохраняя тем самым все живое на Земле от солнечной радиации.

Наибольшая плотность озона приходится на высоты 20-30 км. Высота нижней границы озонового слоя меняется в зависимости от географической широты (от 7-8 км над полярными районами до 18-20 км над экватором).

Озон, являющийся химически активным и нестойким соединением, в атмосфере постоянно образуется и разрушается. Озон в атмосфере образуется в результате фотодиссоциации кислорода при поглощении УФ-излучения солнца с длиной волны  $\lambda=242,4$  нм и последующего присоединения атомов кислорода к молекулам в тройных соударениях.

Различают несколько механизмов воздействия пуска РН на озон.

### Физическое воздействие.

Физическим воздействием является механизм разрушения озона в головной ударной волне, образующейся при полете РН, а также в факеле ракетного двигателя. Данный механизм разрушения озона связан с разогревом воздуха в факеле ракетного двигателя и в образующейся при полете головной ударной волне. Учитывая небольшой потенциал диссоциации озона (1 эВ), следует ожидать, что озон полностью разрушается как в факеле ракетного двигателя, так и за фронтом головного скачка уплотнения, а форма возмущенной области пространства вокруг движущейся части изделия, включая факел и скачок, может быть аппроксимирована эллипсоидом. Данный механизм разрушения озона носит локальный характер.

Суммарное уничтожение озона в головной ударной волне и в факеле ракетного двигателя можно выразить следующим образом:

$$M_{O_3} = \frac{V \cdot C_{O_3}(h) \cdot L}{2 \cdot (R_1 + R_2)} \quad (1)$$

где  $V$  – объем возмущенной области пространства;

$C_{O_3}(h)$  – концентрация озона на высоте  $h$  в невозмущенной среде;

$L$  – длина траектории полета изделия через диапазон высот;

$R_1$  – расстояние от среза сопла до диска Маха,

$R_2$  – радиус головной ударной волны.

$$R_1 \approx \frac{4}{3} \cdot r_{KP} \cdot \sqrt{\frac{P_K}{P_0}} \quad (2)$$

$$R_1 \approx \frac{4}{3} \cdot r_{KP} \cdot \sqrt{\frac{P_K}{P_0 \cdot M^2}} \quad (3)$$

где  $P_0$  – давление в окружающем воздухе;

$P_K$  – давление в камере сгорания двигателя;

$M$  – число Маха набегающего потока;

$r_{KP}$  – радиус критического сечения сопла двигателя.

В связи с этим нахождение общего количества разрушенного озона в факеле и головной ударной волне сводится практически к оценке объема эллипсоида, который может быть представлен в виде:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_1 \cdot (R_1 + R_2) \cdot \sqrt{2 \cdot R_1 \cdot R_2 + R_2^2} \quad (4)$$

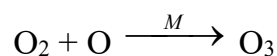
Расчеты по данным зависимостям показывают, что в слое максимального содержания озона (20-30 км) суммарное его разрушение при полете РН составит  $\sim 0,59$  кг. Учитывая, что в вертикальном столбе атмосферы площадью  $1 \text{ км}^2$  содержится порядка 800 кг озона, можно сделать вывод, что даже при самых неблагоприятных условиях общее количество разрушенного озона в факеле и в головной ударной волне РН незначительно.

#### Химическое воздействие.

Химический механизм локального разрушения озона, который и является основным, связан с воздействием на озон при запусках РКН «Рокот» выбросов КРТ и продуктов их сгорания, прежде всего, окислов азота. Под воздействием атмосферной турбулентности и ветров на этих высотах они перемешиваются с

окружающим воздухом, разрушая имеющийся в нем озон. Одновременно турбулентные вихри и ветры приносят из окружающего воздуха озон, постепенно заполняющий образовавшуюся зону с пониженным содержанием  $O_3$ . Совместное действие на стратосферу диффузии и фотохимии является сложным процессом, который в настоящее время может быть рассчитан только на численных математических моделях.

Расчет разрушения озона продуктами сгорания топлива «АТ + НДМГ» в интервале модельного времени 0...200 мин. показал, что уже через 20...30 мин. начинается процесс восстановления озона в следе, который, в основном, обусловлен диффузионными процессами, так как существует только одна реакция, по которой образуется озон:



Таким образом, одна диффузия без фотохимии должна полностью затягивать след за 30 мин. Наличие в продуктах сгорания озоноразрушающих соединений, таких, как гидроксил-радикал (-ОН), радикал водорода (-Н) и особенно NO, замедляет этот процесс, хотя их в продуктах сгорания содержится менее 1% (по объему). На 70% разрушение озона обусловлено каталитическими реакциями окислов азота. Через 200 минут радиус зоны разрушения озона достигает 5 км, причем в среднем в этой зоне разрушено менее 15% содержащегося ранее озона.

Выполненные расчеты динамики разрушения озона позволяют оценить массу озона, разрушаемого в результате выбросов в стратосферу продуктов сгорания. Следует учитывать, что выброс продуктов сгорания является линейным источником. Для предварительной оценки примем толщину слоя, в котором можно пренебречь сдвигом ветра, равной 500 м, тогда изменение во времени полной массы озона, разрушенного в слое толщиной 500 м, количества молекул озона под влиянием одной молекулы  $NO_x$  приведено в таблице 2.8.1.

Таблица 2.8.1

Характеристика	Время, мин.
----------------	-------------

	10	20	30	40	60	90	120	200
Количество озона, кг	9,38	36,7	68,2	107	183	298	399	644
Количество молекул O <sub>3</sub> , разрушенных одной молекулой NO <sub>x</sub>	Не более одной			От 1 до 4-х			От 5-ти до 9-ти	

В соответствии со среднеширотной стандартной моделью атмосферы в слое толщиной 500 м на высоте 30 км содержится 1,5% общего содержания озона в столбе атмосферы. Таким образом, разрушение озона продуктами сгорания ракетного топлива «АТ + НДМГ» будет незначительно.

После окончания работы двигателей I и II ступеней в баках остается невыработанное топливо. На высотах порядка 30 км происходит разрушение баков первой ступени, топливные баки вторых ступеней разрушаются в более высоких слоях стратосферы. В связи с этим рассмотрено влияние выброса в атмосферу 1000 кг АТ, мгновенно диссоциирующего до диоксида азота. Расчеты показали, что под влиянием диффузии, без фотохимических процессов, выброшенная двуокись азота может распространиться за 60 часов на расстояние 200 км. При этом в зоне влияния концентрация окислов азота будет превышать фоновую в 1,5 раза.

Выполненные расчеты динамики разрушения озона на диффузионной фотохимической модели позволяют оценить массу озона, разрушенного в результате выбросов в стратосферу АТ в интервале модельного времени 0...210 мин. Толщина, в котором будет разрушаться озон, не превышает 30 м. Масса озона, разрушенного в результате выброса 1000 кг АТ на высоте 30 км, в этом слое приведена в таблице 2.8.2.

Таблица 2.8.2

Время, мин.	10	20	30	40	60	90	120	210
Количество озона, кг	1,46	4,8	12,2	19,7	44,8	84,3	181,7	546,0

В 30-метровом слое атмосферы на высоте 30 км содержится всего 0,1% общего содержания озона. Даже если предположить, что размеры пятна будут достигать 100 км, влияние выброса 1000 кг АТ на высоте 30 км будет незначительным.

При расчетах на диффузионно-кинетической модели было учтено, что в случае топлива «АТ + НДМГ», используемого в РКН «Рокот», дополнительного образования NO в атмосфере не происходит и расход NO остается таким же, как расход через двигатель на срезе сопла. Данные утверждения справедливы, поскольку реакция взаимодействия между молекулярным азотом и кислородом идет при температурах выше 3000°С, температура же на срезе сопла ракетного двигателя I ступени составляет около 1000°С.

Оцененные выбросы NO в слое 20...30 км вдоль траектории полета РН составляют для РКН «Рокот» 110 кг. Оцененный максимальный радиус зоны с содержанием озона менее 90% от фонового значения при запуске РКН «Рокот» на высотах максимума озонного слоя не превышает 150 м. При этом зона заполняется окружающим озоном за 15...30 мин. С увеличением высоты радиус зоны и время ее существования увеличиваются, но здесь фоновые концентрации O<sub>3</sub> уже в 20...40 раз ниже, чем в максимуме озонного слоя. Согласно проведенным расчетам, через 3 часа содержание озона в центре бывшей струи продуктов сгорания близко к 90% от фонового значения, что можно принять за практически полное восстановление озона.

За время существования образовавшегося вдоль траектории полета ракеты «туннеля» с пониженным содержанием озона он будет перемещаться и деформироваться ветром, скорость и направление которого могут сильно изменяться с высотой.

Размеры и положение на местности проекции озоновой «дыры», образовавшейся в результате пуска РКН «Рокот», зависят от многих факторов. Часть из них определена или может быть подсчитана с достаточной точностью (координаты пуска, параметры траектории, состав и масса продуктов сгорания и т.д.), другие вносят существенную неопределенность вследствие большой естественной изменчивости (геофизические условия региона и др.). В первом приближении, среднее значение угла наклона траектории РКН «Рокот» к плоскости горизонта при прохождении озонного слоя составляет около 30°.

Поэтому вертикального столба атмосферы, в котором озон подвергается полному разрушению КРТ и их продуктов сгорания на всех высотах не существует. «Дыра» представляет собой наклонный узкий «туннель» с размытыми границами.

В первом приближении форма проекции озоновой «дыры» определяется параметрами траектории выведения и близка к эллиптической с расположением большей оси вдоль азимута пуска. Однако однозначные оценки дать здесь затруднительно вследствие различного рода неопределенностей. Например, средняя скорость ветра и его направление в слое 20...30 км испытывает значительные вариации, кроме того, во время запуска РН фактические погодные условия могут существенно отличаться от среднестатистических. Поэтому после пуска РКН в районе космодрома могут реально иметь место лишь разнообразные по конфигурации и вертикальной структуре локальные области пониженного содержания озона со сложной динамикой изменения размеров, формы и местоположения. В целом, уменьшение общего содержания озона в вертикальном столбе атмосферы для РКН «Рокот» не превышает 5...8%, и вызванные ими всплески потока УФ-излучения не обнаружимы на фоне естественных вариаций (зафиксировать эти всплески существующими в настоящее время средствами проблематично, так как для надежного определения увеличения потока солнечной радиации необходимо не менее чем 10%-ное уменьшение озона по линии визирования «прибор-Солнце») и не выходит за рамки естественных вариаций.

Хотя локальное уменьшение содержания озона в окрестности следа РН бывает достаточно высоко, его концентрация восстанавливается до нормальной в течение суток. Через 20 мин. после полета РН, в центре следа начинается восстановление озона, через 3 часа содержание озона в центре бывшей струи продуктов сгорания топлива близко к 90% от фонового значения.

Таким образом, проведенный прогноз воздействия пусков РКН «Рокот» на озоновый слой атмосферы позволяет сделать следующие выводы:

1. Суммарная масса озона, уничтоженного в факеле ракетного

двигателя и в головной ударной волне во время полета РКН «Рокот», оценивается величиной около 0,6 кг в (для слоя озоносферы в диапазоне высот 20...30 км, характеризующегося максимальной концентрацией озона).

2. Максимальный радиус зоны с содержанием озона менее 90% от фонового значения на высотах максимума озонного слоя при пуске РКН «Рокот» не превышает 150 м. При этом зона заполняется окружающим озоном за 15...30 мин.

3. Локальное уменьшение общего содержания озона в вертикальном столбе атмосферы при одиночном пуске РКН «Рокот» не превышает 5...8%, вызванные этим всплески потока УФ-излучения необнаружимы на фоне естественных вариаций.

4. Концентрация озона восстанавливается до нормальной в течение суток: восстановление озона начинается через 20 мин после полета РН, через 3 часа содержание озона в центре бывшей струи продуктов сгорания топлива близко к 90% от фонового значения.

5. Непосредственное воздействие запусков РКН «Рокот» на озоновый слой Земли носит локальный и непродолжительный характер. Разрушение озона при пуске РКН «Рокот» крайне незначительно и не может ухудшить экологическую обстановку в районе космодрома и других местах вдоль траектории полета РН.

## **2.9 Оценка воздействия на растительность и животный мир**

Для проведения испытаний используются существующие технологические площадки космодрома «Плесецк» с твердым бетонным или асфальтовым покрытием. Редкие виды растений не произрастают вблизи технологических площадок и ущерб им не может быть нанесен. Вероятность изменения в растительных сообществах стремится к нулю. Как показывают исследования лесных сообществ на территории космодрома, ракетно-космическая деятельность не оказывает отрицательного воздействия на них.

Контроль и исследование состояния леса, а также проведение лесозащитных мероприятий на территории космодрома «Плесецк» осуществляет Архангельское лесничество Минобороны России (филиал ФГКУ «УЛХиП» Минобороны России).

В силу специфики функционирования космодрома «Плесецк» в течение почти 50 лет был ограничен доступ посторонних людей на территорию его позиционного района и на прилегающие территории. Фактически на этих территориях существовал режим, близкий к заповедному, что повлияло и на животный мир.

Животный мир в районе расположения космодрома «Плесецк» представлен разнообразными видами зверей и птиц. Звери и птицы в основном привыкли к присутствию людей и шуму: рядом с объектами космодрома благополучно живут и выводят потомство многие виды фауны. Пути миграции животных сложились с учетом многолетнего существования космодрома в этой местности и не пересекаются с его территорией. Этому способствует режим безопасности, препятствующий попаданию посторонних людей на территорию этого района.

Одной из главных причин сокращения количества животных, птиц и ихтиофауны является уничтожение лесов в ходе лесозаготовок и загрязнение водоёмов в результате отсутствия или плохой работы очистных сооружений промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также населённых пунктов и жилых городков воинских частей.

Проведение испытаний РКК 14К256 не нарушит обычный режим существования космодрома и не окажет воздействия на места обитания представителей местной фауны.

Уничтожение или изменение растительного покрова, изъятие дополнительных территорий не планируется. Акустическое воздействие не будет превышать воздействие при штатном режиме работы космодрома в ходе подготовки комплекса, а при самом пуске РН будет носить кратковременный

характер, что не должно привести к испугиванию животных, привыкших к данному месту обитания.

Механическое (ударное) и акустическое (шумовое) воздействия в РП ОЧ РН потенциально могут оказать влияние на скопления или отдельные особи морских млекопитающих в воде и залежках на льду (например, ластоногих) и птиц, особенно колониальных, на береговых и островных базарах.

Падение ускорителя 1-й ступени РН на паковый морской лед может сопровождаться взрывом и возгоранием остатков ракетного топлива с разбросом осколков и несгоревшего топлива. Радиус разброса крупных осколков (с остатками на них топлива) может составлять около 50 м, т.е. площадь возможного поражения может быть равной 7850 м<sup>2</sup>. Однако в настоящее время оценить реальный уровень данного фактора воздействия или степень риска не представляется возможным. Для их оценки, кроме информации о частоте пусков РН и вероятности падения отделяющихся частей ракеты-носителя на единицу площади отводимых для этой цели районов падения, необходимы постоянно уточняемые по последним наблюдениям сведения о плотности распределения живых объектов воздействия на различных участках РП ОЧ РН в разные сезоны. В настоящее время столь детальные сведения для большинства видов арктических животных отсутствуют.

Для более точных оценок необходимо проведение специальных авиационных учетов или полевых съемок, которые могут быть осуществлены только в кооперации с организациями, проводящими подобные исследования.

Всего в Арктике обитают или встречаются как редкие либо исчезающие 25 видов морских млекопитающих: 7 видов зубатых китов, 8 или 9 видов настоящих китов, 9 видов ластоногих и белый медведь. Более двух третей видов занесены в Красные книги РФ или МСОП (Международного союза охраны природы и природных ресурсов - IUCN).

К зубатым китам - постоянным или мигрирующим из более южных районов обитателям Арктики относятся: белуха, нарвал, высоколобый бутылконос, касатка, беломордый дельфин, атлантический белобокий дельфин и морская свинья.

Из всех северных зубатых китов белухи наиболее широко распространены и многочисленны. В отличие от других китообразных могут заходить в реки в поисках корма. Животные собираются часто в стада, насчитывающие от десятков или сотен до нескольких тысяч голов. На сегодняшний момент белухи – самый массовый вид китообразных в Арктике. Тем не менее, они включены в Красную книгу МСОП, как уязвимый вид, хотя в России относятся к промысловым объектам. Ввиду своей многочисленности белухи потенциально подвержены наибольшему риску быть объектами возможных негативных последствий пуска РКН «Рокот». К числу таких последствий могут быть отнесены: прямое попадание фрагментов ОЧ РН в скопления особей; токсическое воздействие остатков КРТ; испуг, как следствие шумового воздействия, сопровождающего падение фрагментов ОЧ РН.

Анализ ареалов обитания гренландского кита позволяет заключить, что вероятность отрицательного воздействия пуска РКН «Рокот» на его популяцию является минимальной.

Падение ОЧ РН практически не затрагивало места обитания моржей в бассейне СЛЮ, за исключением ареала атлантического моржа при осуществлении одного пуска РН в северо-западном направлении, для которого планируется задействовать РП ускорителя 2-й ступени РН, расположенный в море Баффина.

Все трассы полета РКН «Рокот» на их морских участках проходят над ареалом распространения белых медведей ввиду его глобальности. Однако при этом ни в коей мере не затрагиваются места традиционного расположения «родильных домов» белых медведей.

В Арктике насчитывается в общей сложности около 50 видов наземных млекопитающих, что составляет немногим более 1% от мирового количества. Из

числа наземных млекопитающих к основным арктическим видам относятся: лемминги - норвежский (*Lemmus lemmus*), обский (*Lemmas obensis*), копытный (*Dicrostonyx torquatus*) и гренландский (*D. groenlandicus*), землеройки, длиннохвостый суслик (*Citellus parryi*), северная пищуха (*Ochotona hyperborea*), полевки (*Microtus*), заяц-беляк (*Lepus timidus*), полярный заяц (*Lepus arcticus*), северный олень, или карибу (*Rangifer tarandus*), овцебык (*Ovibos moschatus*), канадский снежный баран (*Ovis canadensis*), горностай (*Mustela erminea*), песец (*Alopex lagopus*), лиса, обыкновенный волк (*Canis lupus*), росомаха (*Gulo gulo*), бурый медведь гризли (*Ursus arctos*).

Все эти животные обитают в равнинной или горной тундре на материке или арктических островах. Некоторые распространены также в лесотундре либо имеют еще более широкое, полизональное распространение (как, например, заяц-беляк или волк). В то же время некоторые виды млекопитающих, в той или иной степени выходящих за пределы арктической тундровой зоны (заяц-беляк, горностай, северный олень, песец), имеют в Арктике широкое циркумполярное распространение.

Ареалы распространения наземных арктических млекопитающих не затрагиваются трассами полета РКН «Рокот» и находятся на значительном удалении от районов падения отделяющихся частей РН.

Существует немало видов птиц, которые приспособились к обитанию в северных морях. Количество видов птиц, размножающихся в Арктике, составляет более 180, причем около 40 из них имеют ограниченное распространение и на большие расстояния не мигрируют.

Морские птицы и виды, связанные с водоемами арктической суши, обеспечивают свое существование за счет массовых пелагических рыб и водных беспозвоночных, эти птицы являются важнейшими компонентами водных экосистем.

Среди морских птиц к основным - фонообразующим или массовым видам в Арктике относятся чайка-бургомистр (*Larus hyperboreus*), морская (большая)

чайка (*L. marinus*), серебристая чайка (*L. argentatus*), сизая чайка (*L. canus*), чистик (*Cephus grylle*), глупыш (*Fulmarus glacialis*), моевка (*Rissa tridactyla*), обыкновенная гага (*Somateria mollissima*), тихоокеанская гага (*Somateria V-nigrum*), гага-гребенушка (*S. spectabilis*), толстоклювая кайра (*Uria lomvia*), тупик (*Fratercula arctica*), полярная крачка (*Sterna paradisaea*), поморники, которых насчитывается 4 вида: длиннохвостый (*Stercorarius longicaudus*), короткохвостый (*S. parasiticus*), большой (*S. skua*) и средний поморник (*S. pomarinus*). Почти все эти виды могут быть встречены в Арктике даже зимой на открытой воде или в зоне дрейфующих льдов.

Из перечисленных выше массовых морских видов птиц почти все широко распространены в Баренц-регионе и гнездятся в основном на островах побережья Норвегии, Мурмана, Шпицбергена, Новой Земли, о. Вайгач, п-ове Канин.

Кроме перечисленных, в Баренц-регионе в районах падения первой ступени ОЧ РКН «Рокот» могут быть встречены и другие виды морских птиц: северная олуша (*Sula bassana*) - гнездится на северо-восточном побережье Норвегии, большой и хохлатый бакланы (*Phalacrocorax carbo* и *Ph. aristotelis*) - гнездятся на побережье Норвегии и Мурмана, сибирская гага (*Polistica stelleri*) - изредка гнездится на Мурмане, большой поморник (*Stercoraris skua*) - гнездится на Мурмане, белая чайка (*Pagophila eburnea*) - гнездится на Шпицбергене, Новой Земле, сизая чайка (*Larus canus*) - гнездится на побережье Норвегии и Мурмана, гагарка (*Alca torda*) – гнездится на побережье Норвегии и Мурмана, тонкоклювая кайра (*Uria aalge*) - гнездится на побережье Шпицбергена, Новой Земле, побережье Норвегии и Мурмана.

Зимние условия в Арктике (для птиц, не связанных с морем) слишком суровы для того, чтобы в них могли выжить многие виды птиц. К постоянным обитателям материковой и островной арктической суши относятся тундряная куропатка (*Lagopus mutus*), белая куропатка (*L. lagopus*), белая, или полярная, сова (*Nyctea scandiaca*), ворон (*Corvus corax*), кречет (*Falco rusticolis*), тундровая чечетка (*Carduelis hornemanni*).

Из "оседлых" арктических птиц, ведущих морской образ жизни, известны только два вида: белая чайка (*Pagophila eburnea*) и розовая чайка (*Rhodostethia rosea*).

Ареалы распространения птиц, гнездящихся в Арктике практически, не затрагиваются трассами полета РКН «Рокот» и находятся на значительном удалении от районов падения отделяющихся частей РКН.

Особую опасность для водных живых ресурсов (как и для наземной биоты) представляют высокотоксичные компоненты ракетного топлива, такие как несимметричный диметилгидразин (НДМГ, или гептил) и устойчивые продукты его распада в природной среде – нитрозодиметиламин (НДМА), метилендиметилгидразин (МДМГ), диметиламин (ДМА), синильная кислота (СнК), формальдегид (ФА) и тетраметилтетразен (ТМТ), а также азотный тетраоксид (АТ) – высокотоксичное вещество 2 класса опасности, используемое в РКН «Рокот» в качестве окислителя.

Наиболее опасным из перечисленных веществ является НДМА (1 класс опасности) как наиболее стойкий из продуктов распада НДМГ. Время полураспада НДМА в водных растворах в летних условиях режима водоемов составляет более 15 суток, а в зимних условиях - более 5 месяцев. Вместе с тем необходимо отметить, что на севере, в регионах, не подверженных влиянию ракетно-космической деятельности, НДМА обнаруживается в безопасных микроконцентрациях в ряде пресных озер, так что высказывается даже гипотеза о его естественном происхождении при анаэробном разложении органических веществ водоемов.

Важная особенность рассматриваемых компонентов ракетного топлива и их высокотоксичных производных – это то, что они представляют наибольшую опасность, прежде всего, для организмов высших трофических уровней – рыб, млекопитающих и птиц, тогда как на растения могут и не оказывать значительного токсического воздействия. Воздействие умеренных доз гептила и его производных на некоторые виды почвенной микрофлоры и наземных

растений может быть благоприятным: в ряде случаев отмечается увеличение их продуктивности.

Особенности распространения гептила и его токсичных производных в экосистемах по пищевым цепям исследованы недостаточно. Установлены факты накопления этих веществ в наземных растениях, выявлены некоторые различия в количестве накапливаемого НДМГ в зависимости от таксономической принадлежности растений.

Летальные концентрации НДМГ и его токсичных производных для морских гидробионтов до настоящего времени неизвестны. Они могут быть различны в зависимости от принадлежности организмов к тому или иному таксону и жизненной форме. Они также могут сильно отличаться для разных стадий развития одного и того же биологического вида. Обычно организмы наиболее чувствительны к токсикантам на ранних стадиях развития.

Чтобы перейти к ориентировочной оценке ущерба живым ресурсам, нужно учесть, что в основном они сосредоточены в южной половине Баренцева моря, и общее их количество (только промысловых объектов, без планктона, птиц и млекопитающих) составляет в настоящее время около 18...22 млн. т. Отсюда, если условно принять равномерное распределение биоресурсов по акватории южной части Баренцева моря, потенциальный ущерб при гибели их в загрязненной воде составит в натуральном выражении примерно 2,2...2,6 тонн (без учета последствий от гибели кормовой базы рыб и ранних стадий их развития - икры и личинок). Данная величина ущерба в сотни тысяч раз меньше годовой добычи рыб в этом районе. Однако следует иметь в виду, что живые ресурсы никогда не бывают равномерно распределены ни по площади морской акватории, ни по глубине. В реальной обстановке промысловые рыбы образуют более или менее плотные скопления, распределяющиеся весьма неравномерно по акватории и на протяжении года.

Плотности концентраций промысловых рыб определяются в настоящее время главным образом по данным тралово-акустических съемок. Наибольшие

плотности скоплений образуют обычно мелкие пелагические рыбы, такие как мойва, сельдь, сайка во время нагульных и нерестовых миграций, а также во время зимовок. Сельдь образует скопления в основном в юго-западной и южной частях Баренцева моря в струях теплых течений. Скопления мойвы (в годы высокой численности) чаще встречаются севернее - в центральных, а также восточных районах моря, сайки - в восточных и северо-восточных районах. Скопления всех трех видов названных пелагических рыб могут встретиться в восточном районе возможного падения первой ступени РН. Значительные скопления донных промысловых рыб, - трески и пикши, - образуются в южной части моря и могут быть встречены в обоих районах возможного падения первой ступеней РН. Причем треска, хотя и относится к преимущественно донным видам рыб, образует значительные скопления и в пелагиали, особенно в нагульный период, когда она следует за косяками мойвы и сельди.

Поведение рыб, способность их уходить из зоны летальных концентраций исследуются в ходе экотоксикологических экспериментов. В зависимости от характера действия токсичных веществ поведение гидробионтов может быть различным. Порог восприятия организмами чужеродных веществ может быть значительно ниже уровней ПДК, что дает возможность подвижным гидробионтам заблаговременно уходить из опасной зоны. Тем более что пороговые летальные концентрации действуют не мгновенно, а в течение некоторого времени. С другой стороны, некоторые токсичные вещества (компоненты буровых растворов) в сублетальных концентрациях действуют на рыб привлекающим образом. Рыбы двигаются в направлении более высоких концентраций токсичных веществ, остаются в загрязненной воде до нескольких часов, после чего у них развивается отравление.

В отношении гептила известно, что при острых отравлениях теплокровных животных (млекопитающих) на первый план выступают симптомы поражения центральной нервной системы, что проявляется в судорожном эффекте, подавлении целенаправленных двигательных функций. Затем уже развиваются

симптомы поражения других органов и функций. Возможно, что подавление в первую очередь двигательной функции имеет место и у рыб. Реальный характер воздействия различных концентраций топливной пары «НДМГ + АТ» на гидробионты может быть выявлен только в ходе физиологических экспериментов.

Ущерб рыбным запасам от разлива в воде компонентов ракетного топлива может быть причинен главным образом вследствие гибели пелагической икры, личинок и молоди промысловых рыб, личинок промысловых беспозвоночных, а также планктона, составляющего кормовую базу рыб. Возможна также и гибель некоторой части взрослых рыб, которые не успеют покинуть зону летальной концентрации токсичных компонентов топлива в случае быстрого распространения границы этой зоны от места разлива остатков топлива. При погружении емкости с остатками топлива на дно и разливе его в придонном слое возможна гибель донной фауны в зоне летальной концентрации КРТ, площадь которой может составить по разным оценкам до 2-3 км<sup>2</sup>.

Более определенно ущерб рыбным запасам (включая ущерб от потерь кормовой базы рыб и от гибели их ранних стадий) может быть оценен в рамках проведения экотоксикологических исследований и моделирования поведения в морской воде пятна разлива КРТ при различных гидрометеорологических условиях в районах падения ОЧ РН. Для повышения точности расчетов ущерба требуется также заблаговременное проведение сезонных планктонных и ихтиопланктонных съемок в районах падения ОЧ РН.

В целом же, воздействие на живые ресурсы при попадании в воду КРТ оценивается как локально-сильное, с незначительным экономическим ущербом. Приведенная выше ориентировочная величина потерь рыбных запасов вследствие гибели взрослых рыб пренебрежимо мала по сравнению с величиной добычи рыб в Баренцевом море (около 0,0001% от общего годового улова).

## **2.10 Оценка воздействия на окружающую среду РКК после проведения запуска РКН**

В процессе испытаний РКК, после проведения пуска РКН, на территории стартового комплекса остаются отдельные элементы лётного изделия и отделяющиеся части РКН в районах падения. Вопросы поиска и эвакуации, находящихся в районах падения отделяющихся частей РКН, следует рассматривать исходя из конкретной обстановки, при этом необходимо учитывать:

- высокую сложность и стоимость осуществления этих работ;
- отсутствие в настоящее время технологий, позволяющих извлекать реальную пользу в результате утилизации;
- химическую инертность конструкционных материалов отработавших ступеней, обеспечивающих их экологическую безопасность.

В случае эвакуации, находящихся на специальной позиции и в районах падения отделяющихся частей РКН, отправка производится на АО «Воткинский завод», на базу промышленной ликвидации и утилизации твёрдотопливных изделий, создание которой предусмотрено Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.12.97 г. за номером 1818-Р.

Транспортировка материальной части на промышленную базу для утилизации проводится по договору, заключаемому МО РФ и АО «Воткинский завод».

Утилизация ТПК выполняется в рамках реализации Федеральной целевой программы «Промышленная утилизация вооружения и военной техники» (ФЦП). В рамках реализации ФЦП предусмотрена разделка корпуса ТПК на фрагменты и вывоз фрагментов ТПК на полигон(ы) промышленных отходов.

## **2.11 Оценка воздействия на окружающую среду при возникновении возможных аварийных ситуаций при проведении испытаний РКК**

Негативные последствия аварийных (АС) и нештатных ситуаций (НШС), которые могут возникнуть при проведении испытаний РКК 14К256, обусловлены, в первую очередь, большими запасами химически активных и пожароопасных КРТ. С этой точки зрения важно выделить основные этапы

эксплуатации, на которых вероятнее всего возможно возникновение АС и НШС. К таким этапам следует отнести:

- заправку элементов комплекса (РН, РБ и КА);
- процесс подготовки и пуска РН;
- полет РН на активном участке трассы (АУТ) полёта;
- падение отработавших ступеней в РП.

В перечисленных случаях возникновение АС и НШС может повлечь за собой воздействие на различные средообразующие компоненты: загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод токсичными химическими веществами, разрушение озона, выпадение кислотных дождей и т.д.

В общем случае, к АС и НШС, приводящим к серьезным экологическим последствиям при проведении испытаний РКК 14К256, можно отнести следующие:

- разгерметизация баков РН или РБ, заправленных КРТ, на СК и в процессе полета;
- нештатное (аварийное) падение 1-й и 2-й ступеней РН как в РП ОЧ РН, так и вне его.

Основными последствиями АС и НШС, которые могут возникать при проведении испытаний РКК 14К256 на СК, ТК и ЗНС, являются:

- токсичное загрязнение окружающей среды (ОС);
- тепловое излучение;
- образование кислотных осадков;
- механическое загрязнение поверхности Земли.

*Токсичное загрязнение ОС* может происходить в результате отдельных (без смешения) проливов КРТ. Тепловое излучение - основной фактор воздействия на ОС при пожарах. Пожары, в свою очередь, могут возникать как в результате отдельного, так в результате совместного пролива КРТ (АТ и НДМГ). Образование кислотных осадков (туманов), а также разрушение озонового слоя может происходить в результате аварийных выбросов или

других АС и НШС (разгерметизация баков КРТ и др.), возникающих при полете РН в приземных слоях атмосферы и в стратосфере.

Конструктивное исполнение заправочно-сливного оборудования объектов космодрома «Плесецк» при штатной их эксплуатации обеспечивает высокую степень защиты ОС от проливов КРТ. За период эксплуатации РКТ на космодроме «Плесецк» случаи аварий на наземном оборудовании, повлекшие проливы КРТ, не происходили.

Проливы КРТ в больших количествах (десятки тонн) при подготовке РН и РБ на СК, ТК и ЗНС теоретически возможны только в следующих случаях:

- падение заправленного изделия на поверхность Земли при пуске;
- механическое разрушение баков и заправочных магистралей в результате возникновения неисправностей различных систем, (например, системы дренажа при подаче КРТ в топливные баки), прогара стенок топливного отсека под действием высокотемпературной струи пламени;
- в случае разгерметизации заправленного изделия вследствие механических воздействий (ударов, сотрясений) и т.п.

За аварийные большие проливы (АБП) КРТ в густонаселенных местах, рабочих помещениях и т.д. принято считать пролив КРТ (НДМГ или АТ) в количестве, превышающем 50...100 кг. За АБП на открытой местности (например, на СК), железнодорожных перегонах вдали от населенных мест принимается пролив КРТ, превышающий значение 1 т.

При отдельном проливе небольшого количества КРТ на грунт происходит испарение их с поверхности грунта, миграция по профилю грунта, сорбция КРТ составными частями грунта и взаимодействие с кислородом, водой и химическими элементами грунта. Миграционная способность КРТ в почве и глубина их проникновения в почву зависят не только от физико-химических свойств компонентов, но и от сорбционной способности почвы, ее типа, химического состава, водного режима и т.д. При попадании на грунт КРТ могут длительное время (месяцы, годы) сохраняться в почве, создавая своего

рода «депо», которое может быть источником загрязнения атмосферы, причиной заражения воды рек и открытых водоемов (озер, прудов) вследствие поступления КРТ с талыми и ливневыми стоками, а также источником загрязнения трав, культурных растений, которые являются продуктами питания домашних животных и человека. Например, горючее НДМГ хорошо мигрирует по профилю почвы и может обнаруживаться на большой глубине. Так, натурный опыт с однократным проливом на почву 12 кг НДМГ показал, что уже через 4 месяца горючее проникает на глубину более 1 м, а через 12 месяцев НДМГ и продукты его окисления были обнаружены на глубине до 2 м. Отрицательное воздействие аварий такого типа (раздельный пролив небольшого количества КРТ), вследствие токсичности КРТ, заключается в локальном заражении атмосферы, грунта и водоемов.

Уровни концентраций в грунте (почве) в зоне проливов небольшой массы КРТ, как правило, неизвестны, поэтому они определяются расчетным путем по известным методикам. Общая модель расчета содержания КРТ в грунте может быть определена в виде: содержание КРТ в грунте = количество пролитого КРТ – количество испарившегося КРТ = количество окисленного КРТ + количество сорбированного КРТ + количество мигрирующего КРТ.

Анализ исследований поведения КРТ в почве показал, что деструкция НДМГ в почве интенсивно происходит первые трое суток. Затем процесс стабилизируется. Степень окисления НДМГ существенно зависит от органико-минерального состава почвы. Но даже в наиболее химически активных почвах (с высоким содержанием органических веществ) степень деструкции гептила через 250 суток не превышает 95%, что говорит об образовании НДМГ с компонентами почв прочных комплексов, стойких к внешним воздействиям (аэрация, колебания температуры и влажности, биохимическое воздействие и т.п.). Среди продуктов окисления НДМГ в почве основными являются НДМА, ДМА, ФА, нитрат-ион ( $\text{NO}_3^+$ ), ион аммония ( $\text{NH}_4^+$ ). Экспериментально установлено, что скорость окисления КРТ обратно пропорциональна исходной

концентрации компонента, в значительной степени зависит от состава воды и грунта.

НДМГ менее стабилен в озерной воде, имеющей сложный органико-минеральный состав. Окисление НДМГ в воде протекает более интенсивно в первые пять суток. Через 15-20 суток процесс стабилизируется. Концентрация НДМГ снижается в воде за первые сутки на 30...50%, за пять суток - на 60...70%. Через 60 суток полной деструкции НДМГ не наблюдается, что позволяет говорить о его значительной стабильности в воде.

Часть КРТ, пролитых на грунт, сорбируется элементами среды. Данные по сорбции НДМГ в различных средах приведены в таблице 2.11.1.

Таблица 2.11.1

Тип грунта	Кол-во поглощаемого НДМГ, мг/кг
песок	8,0
супесь	15,1
глина	9,5
торф	20,5

В районах возникновения проливов происходит испарение КРТ, при котором они перемешиваются с воздухом, частично разлагаются под действием температуры и в процессе протекания окислительно-восстановительных реакций и образуют зараженное облако, которое распространяется по направлению ветра, образуя на своем пути очаг заражения КРТ. Объем токсичного паровоздушного облака может превышать сотни кубометров. Дальнейшее развитие событий существенно зависит от погодных условий в зоне аварии. В любом случае значительная часть токсичного облака оседает в непосредственной близости от его образования, а оставшаяся часть облака достаточно быстро рассеивается под действием турбулентной диффузии и атмосферных ветров до концентраций, не превышающих предельно допустимых.

Таким образом, одной из важнейших характеристик, характеризующий пролив КРТ, является время существования пролива.

Время существования пролива  $t^*$  определяют по формуле:

$$t^* = k \cdot t_{\text{исп}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{исп}}$  - полное время испарения компонента без учета впитывания в грунт;

$k$  - безразмерный коэффициент, учитывающий уменьшение времени испарения при проливе на проницаемую подложку, причем  $0 \leq k \leq 1$ .

$$k = 1 + \sqrt{G^2 + 2 \cdot G} - G. \quad (2)$$

Здесь  $G$  безразмерный критерий подобия, характеризующий соотношение скоростей процессов поглощения компонента в грунт и его испарения в атмосферу, равный:

$$G = \frac{2}{\pi} \cdot c_{\text{MAX}}^2 \cdot D_{\text{эф}} \cdot \frac{S_{\text{ПП}}}{w \cdot M}, \quad (3)$$

где  $C_{\text{MAX}}$  - максимально возможная концентрация компонента для грунта данного типа;

$M$  - масса пролитого компонента;

$S_{\text{ПП}}$  - максимальное значение площади пролива ( $\text{м}^2$ );

$w$  - удельная скорость испарения пролитого компонента ( $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ );

$D_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективной диффузии компонента в грунт.

Продолжительность существования зеркала пролива без учета впитывания в грунт определяют следующим образом:

$$t_{\text{исп}} = \frac{M}{S_{\text{ПП}} \cdot w} \quad (4)$$

Максимальное значение площади пролива определяют по формуле:

$$S_{\text{ПП}} = M \cdot k_1 \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot \rho \cdot \sigma}} \quad (5)$$

где  $k_1$  - безразмерный коэффициент, зависящий от типа подложки (значения коэффициента  $k_1$  приведены в таблице 2.11.2);

$g$  - ускорение свободного падения;

$\rho$  - плотность пролитого вещества;

$\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения.

Таблица 2.11.2

Тип подложки	$k_1$
Асфальт	0.72
Бетон	0.84
Мерзлота	0.67

Удельную скорость испарения компонента с поверхности пролива определяют как:

$$w = A \cdot \frac{\mu \cdot \sqrt[3]{D^2 \cdot \nu}}{R \cdot T} \cdot p_s \quad (6)$$

где **A** - безразмерный коэффициент турбулентной диффузии;

**$\mu$**  - молекулярная масса вещества;

**D** - коэффициент диффузии данного вещества в воздухе;

**$\nu$**  - кинематическая вязкость воздуха;

**$p_s$**  - давление насыщенных паров вещества при температуре воздуха **T** (мм рт. ст.);

**T** - температура окружающей среды (К);

**R** - универсальная газовая постоянная.

Значение коэффициента **A** определяют из соотношения, полученного экспериментальным путем:

$$A = 18167 + 4260,8 \cdot U, \quad (7)$$

где **U** – скорость ветра на высоте 2 м.

Давление насыщенных паров загрязняющего вещества при заданной температуре вычисляют по формуле:

$$p_s = 10^{\frac{a-b}{T}} \quad (8)$$

где **a** и **b** - коэффициенты, зависящие от рода вещества (для НДМГ **a** = 8.1519, **b** = 1770).

Коэффициент диффузии данного вещества в воздухе вычисляют по формуле:

$$D = D_0 \cdot \left( \frac{T}{273} \right)^2 \cdot \frac{760}{p_\sigma} \quad (9)$$

здесь  $D_0$  - коэффициент диффузии вещества в воздухе при температуре  $0^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении 760 мм рт. ст. (для НДМГ  $D_0 = 1.03 \times 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ );

$p_\sigma$  - атмосферное давление (мм рт. ст.).

При проведении исследований воздействия аварийных проливов на человека используют ряд показателей, характеризующих степень возможного поражения человека:

$R$  - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с пороговой концентрацией КРТ в воздухе ( $C_{\text{пор}}$ ), приводящей к получению незащищенным человеком пороговой токсодозы при времени экспозиции 4 часа (для АТ -  $C_{\text{пор}} = 6,2 \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для НДМГ -  $C_{\text{пор}} = 0,9 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

$R1$  - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ в воздухе ( $C1$ ), приводящей к возможному поражению человека легкой степени с вероятностью 0,01 при времени экспозиции 5 мин. (для АТ -  $C1 = 53 \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для НДМГ -  $C1 = 7,7 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

$R2$  - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ в воздухе ( $C2$ ), приводящей человека к поражению легкой степени с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин. (для АТ -  $C2 = 290 \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для НДМГ -  $C2 = 42 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

$R3$  - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ в воздухе ( $C3$ ), приводящей человека к поражению средней тяжести с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин. (для АТ -  $C3 = 813 \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для НДМГ -  $C3 = 216 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

$R4$  - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ в воздухе ( $C4$ ), приводящей человека к тяжелым поражениям с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин. (для АТ -  $C4 = 1120 \text{ мг}/\text{м}^3$ ; для НДМГ -  $C4 = 330 \text{ мг}/\text{м}^3$ );

**R5** - расстояние от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ в воздухе (**C5**), вызывающей смерть человека с вероятностью 0,5 при времени экспозиции 5 мин. (для АТ - **C5** = 1600 мг/м<sup>3</sup>; для НДМГ - **C5** = 490 мг/м<sup>3</sup>).

Значения расстояний от эпицентра пролива до внешней границы с концентрацией КРТ (в метрах), приводящей человека к поражению средней тяжести и к летальному исходу (**R3**, **R5**) приведены в таблице 2.11.3. (состояние вертикальной устойчивости атмосферы - изотермия, скорость ветра 1 м/с).

Для более точных расчетов радиусов зон опасного поражения человека необходимо учитывать такие внешние условия как степень вертикальной устойчивости атмосферы, скорость ветра, тип местности и т.д.

Таблица 2.11.3

Радиус зоны возможного поражения человека, м	Количество пролитого КРТ, м <sup>3</sup>				
	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0
<i><b>Несимметричный диметилгидразин</b></i>					
<b>R3</b>	30	125	400	1250	4000
<b>R5</b>	8	25	80	250	800
<i><b>Азотный тетраоксид</b></i>					
<b>R3</b>	40	150	600	1600	5000
<b>R5</b>	12	40	160	500	1600

В общем случае радиус зон опасного поражения человека, следует определять по зависимости:

$$R_i = \frac{R_{ИН} \cdot K_K \cdot K_M}{K_{УСТ} \cdot K_{ВЕТ}} \quad (10)$$

здесь **R<sub>ИН</sub>** - расстояние заражения атмосферного воздуха при инверсии и скорости ветра 1 м/с;

**K<sub>УСТ</sub>** - поправочный коэффициент на устойчивость атмосферы (для изотермии **K<sub>УСТ</sub>** = 1.3, для конвекции **K<sub>УСТ</sub>** = 1.6);

**K<sub>К</sub>** - коэффициент пропорциональности, учитывающий изменение массы КРТ по отношению к приведенной в таблице 2.11.3. Коэффициент зависит от отношения реального количества КРТ к табличному значению **M<sub>РЕАЛ</sub>/M<sub>РАСЧ</sub>**; значения коэффициента приведены в таблице 2.11.4.

**K<sub>М</sub>** - коэффициент влияния местности;

$K_{вет}$  - поправочный коэффициент на скорость ветра. Значения коэффициента приведены в таблице 2.11.5.

Для определения степени вертикальной устойчивости атмосферы следует пользоваться таблицей 2.11.6.

Таблица 2.11.4

Степень вертикальной устойчивости воздуха	Величина отношения $M_{реал}/M_{расч}$					
	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0
Конвекция	0,1	0,4	1,0	1,7	3,0	4,2
Изотермия	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0
Инверсия	0,3	0,6	1,0	2,3	5,3	8,6

Таблица 2.11.5

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Поправочный коэффициент на скорость ветра ( $K_{вет}$ )	1	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,6

Таблица 2.11.6

Скорость ветра, м/с	Ночь			День		
	Ясно	Полуясно	Пасмурно	Ясно	Полуясно	Пасмурно
0,5	Инверсия			Конвекция		
0,6...2,0						
2,1...4,0						
более 4,0	Изотермия					

В зависимости от рельефа местности, вида растительности и типа лесов (таблица 2.11.7 и таблица 2.11.8) по таблице 2.11.9 определяется значение параметра местности  $A_m$ . По найденному значению параметра  $A_m$  с учетом степени вертикальной устойчивости воздуха по таблице 2.11.10 определяется значение коэффициента влияния местности  $K_m$ .

Таблица 2.11.7

Тип рельефа местности	Характеристики		
	Средний перепад высот, м	Крутизна скатов, град.	Средний погонный перепад высот, м
Равнинный плоский (открытые водные пространства)	менее 15	менее 0,5	0 - 10
Равнинный волнистый	15 - 30	0,5 - 10	10 - 30
Равнинно-холмистый	30 - 50	1 - 4	30 - 60

Тип рельефа местности	Характеристики		
	Средний перепад высот, м	Крутизна скатов, град.	Средний погонный перепад высот, м
Овражно-балочный	50 - 100	2 - 5	50 - 100
Холмистый	100 - 200 (до 500)	3 - 10	50 - 200
Предгорье	до 800	более 5	200 - 500

Таблица 2.11.8

Тип растительности	Характеристики
Таежная	Леса занимают более 90 % площади, часто заболоченные.
Лесистая (лесисто-озерная)	Леса занимают от 50 до 90 % площади. Остальная площадь занята лугами, сельскохозяйственными полями и кустарниками. Болота, как правило, залесены. В северных районах много открытых пространств (до 50% площади).
Степная (озерно-болотистая)	Леса занимают менее 20 % площади (небольшие леса, рощи, сады), часто не выражены в масштабе карты. Преобладает травянистая и кустарниковая растительность. Возможно наличие озер и болот; берега озер (болота), как правило, поросли осокой, камышом и кустарником (мхами).
Пустынная	Растительность практически отсутствует.

Таблица 2.11.9

Тип лесов	Тип рельефа					
	1	2	3	4	5	6
<i>Таежная растительность</i>						
Хвойные	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	2,0
Лиственные	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,7
<i>Лесистая (лесисто-озерная) растительность</i>						
Хвойные	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Лиственные	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
<i>Лесисто-степная (лесисто-болотистая) растительность</i>						
Хвойные	0,5	0,7	0,9	1,0	1,1	1,4
Лиственные	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
<i>Степная (озерно-болотистая) растительность</i>						
-	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9
<i>Пустынная растительность</i>						
-	0,01	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8

*Примечание: Тип рельефа: 1 - равнинный, плоский; 2 - равнинный, волнистый; 3 - равнинно-холмистый; 4 - овражно-балочный; 5 - холмистый; 6 - предгорье.*

Таблица 2.11.10

Значения параметра $A_m$	Степень вертикальной устойчивости приземного слоя атмосферы		
	Конвекция	Изотермия	Инверсия
0,01	2,0	1,9	1,6
0,05	1,0	1,0	1,0
0,1	0,8	0,8	0,9
0,2	0,5	0,6	0,6
0,3	0,4	0,5	0,5
0,4	0,3	0,4	
0,5		0,3	0,4
0,6			
0,7	0,2	0,3	0,3
0,8			
0,9			
1,0	0,1	0,2	0,3
1,1			0,2
1,2		0,1	
1,3			
1,4	0,05		0,05
1,5			
1,5			
1,7	0,03	0,02	0,03
1,8			
1,9	0,2	0,01	
2,0			

При проведении расчетов с целью получения максимальных оценок принимались наиболее неблагоприятные условия состояния атмосферного воздуха - инверсия, скорость ветра 1 м/с.

Для исследования процессов токсичного заражения территории при проливах КРТ моделировались ситуации возникновения АБП КРТ (полного пролива одного из КРТ из всей РКН «Рокот») на стартовой позиции. Моделирование проводилось при следующих начальных условиях: инверсия, скорость ветра у поверхности земли 1 м/с.

В случае пролива НДМГ массой 27,695 т (полная масса заправки НДМГ РКН «Рокот») происходит испарение КРТ (время испарения НДМГ при температуре 0°С составляет величину порядка 13,5 часов, при температуре 20°С - около 4,5 часов). Показатели токсичного заражения территории при проливе

НДМГ на стартовой площадке при различных температурах воздуха (инверсия, скорость ветра 1 м/с) представлены на рисунках 2.11.1-2.11.3.

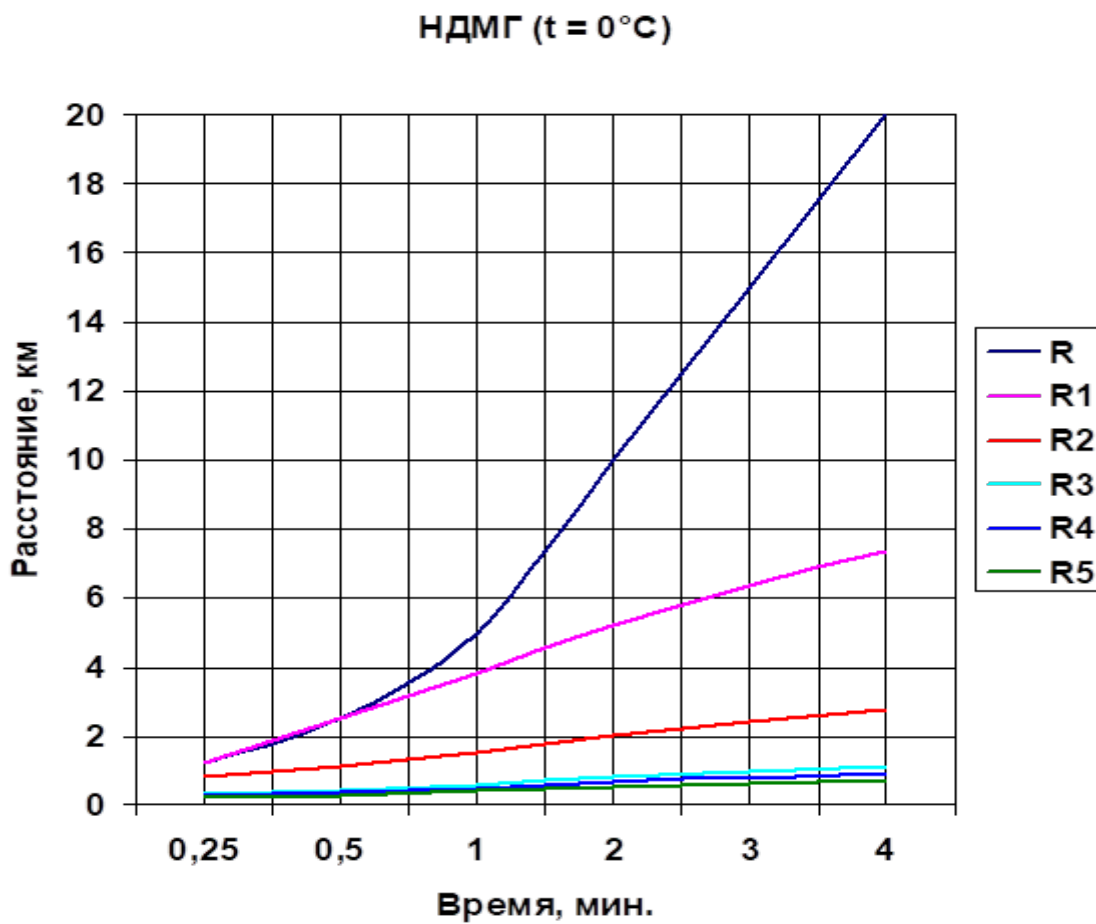
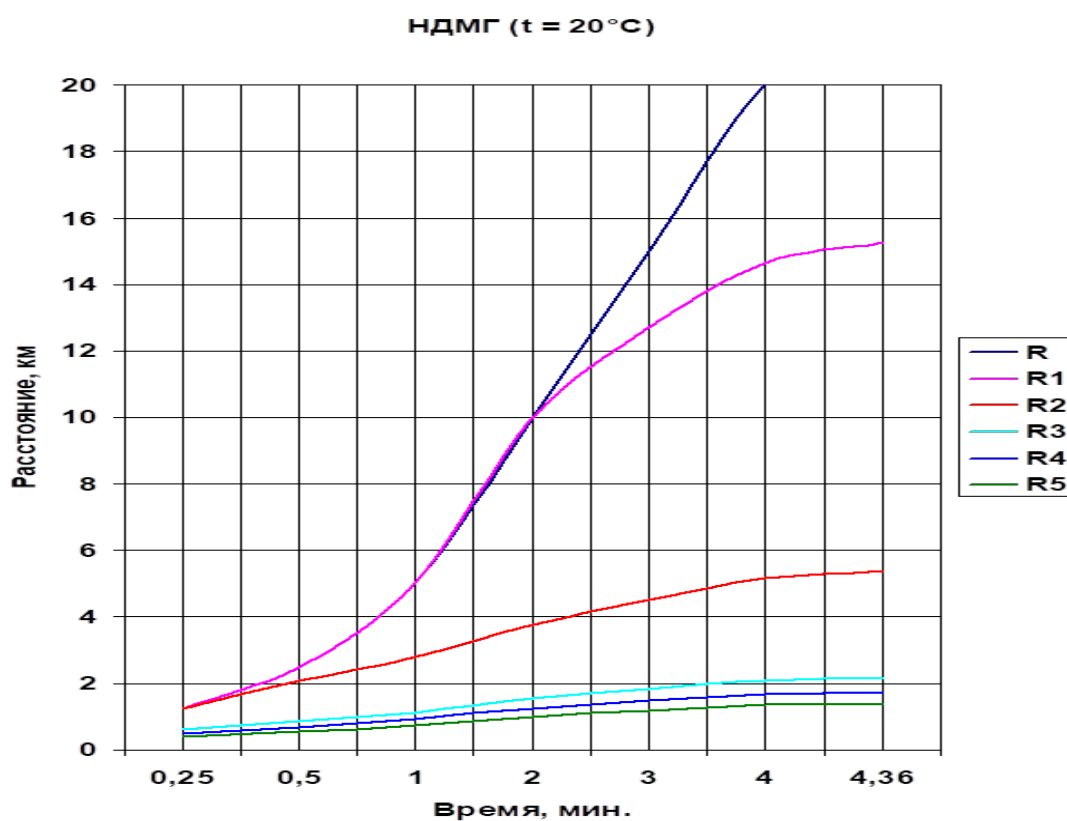
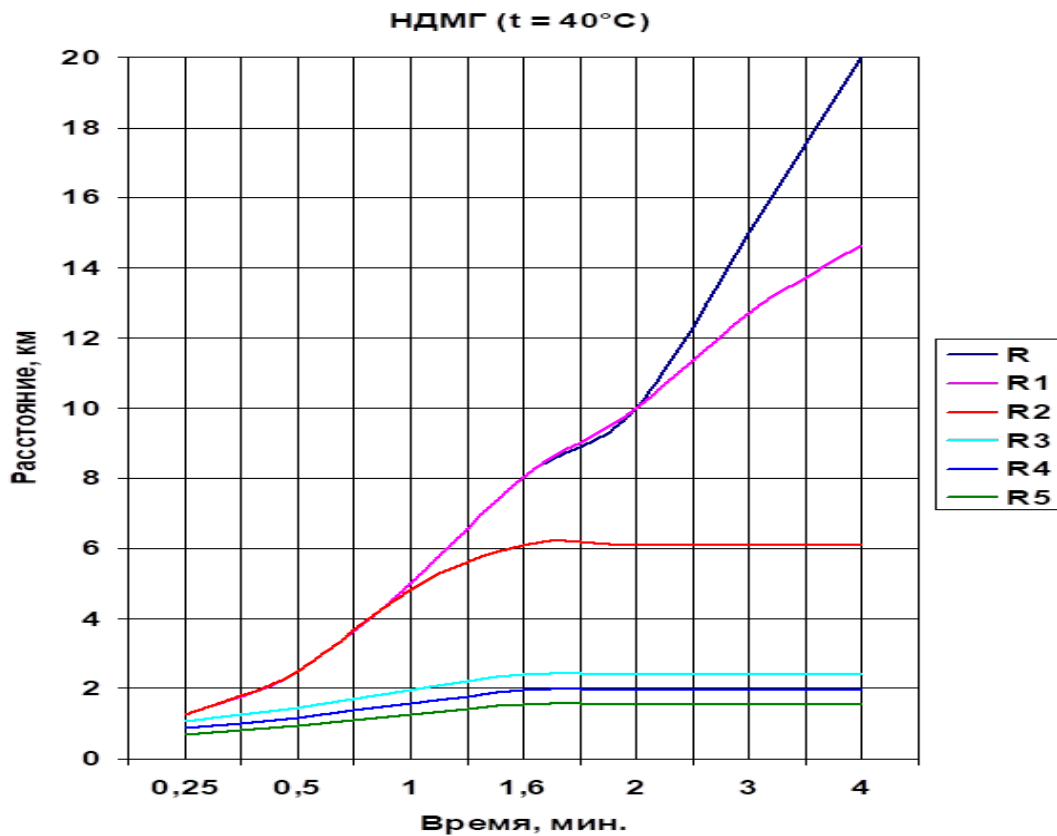


Рисунок 2.11.1





*Рисунок 2.11.3*

Время испарения при проливе АТ массой 70,57 т составит 3,21 ч при температуре 0°C и 1,63 ч при температуре 20°C. Показатели токсичного заражения территории при проливе АТ на стартовой площадке при различных температурах воздуха (инверсия, скорость ветра 1 м/с) представлены на рисунках 2.11.4-2.11.6.

Для получения максимальных оценок последствий воздействия на ОС (в частности, приземный слой атмосферы) аварийных (нештатных) рассматривалась гипотетическая ситуация разгерметизации баков РКН «Рокот» на высоте 500 м (степень вертикальной устойчивости атмосферы - изотермия, скорость ветра - 5 м/с).

С целью получения максимальных оценок по токсичному загрязнению ОС принималось допущение о том, что высвободившиеся КРТ (АТ и НДМГ) не взаимодействуют друг с другом. Масса выброса АТ составляет 67,1 т, НДМГ - 25,955 т. Результаты расчетов представлены на рисунке 2.11.7.

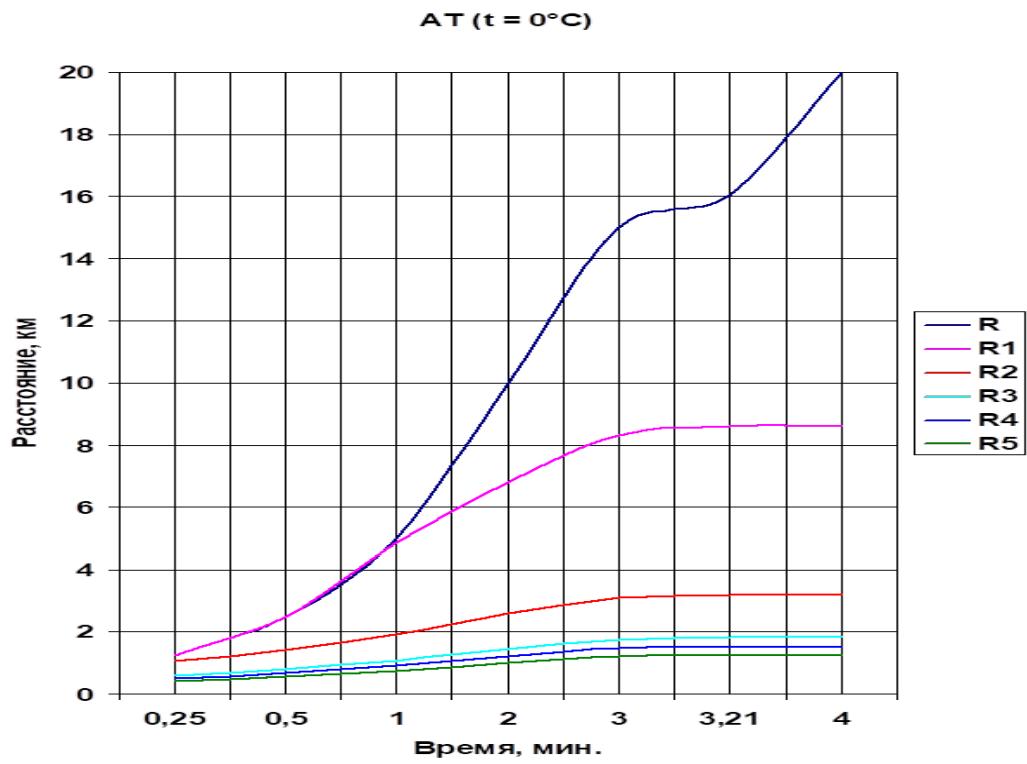
Результаты расчетов показали, что в течение 15 минут после возникновения аварии люди, находящиеся на расстоянии менее 4,5 км от места старта, будут подвергнуты опасному воздействию (последствия такого воздействия - от гарантированного поражения легкой степени до летального исхода). Пороговая концентрация КРТ в атмосфере будет наблюдаться в течение 40...50 минут с момента аварии на расстояниях порядка 15...17 км.

Следует отметить, что расчеты проведены на гипотетических моделях, дающих максимально неблагоприятные последствия. Использование отработанной конструкции блоков ускорителей РКН «Рокот» и РБ, а также прошедших длительный этап эксплуатации СК, ТК и ЗНС сводит вероятность возникновения таких ситуаций к ничтожно малым величинам.

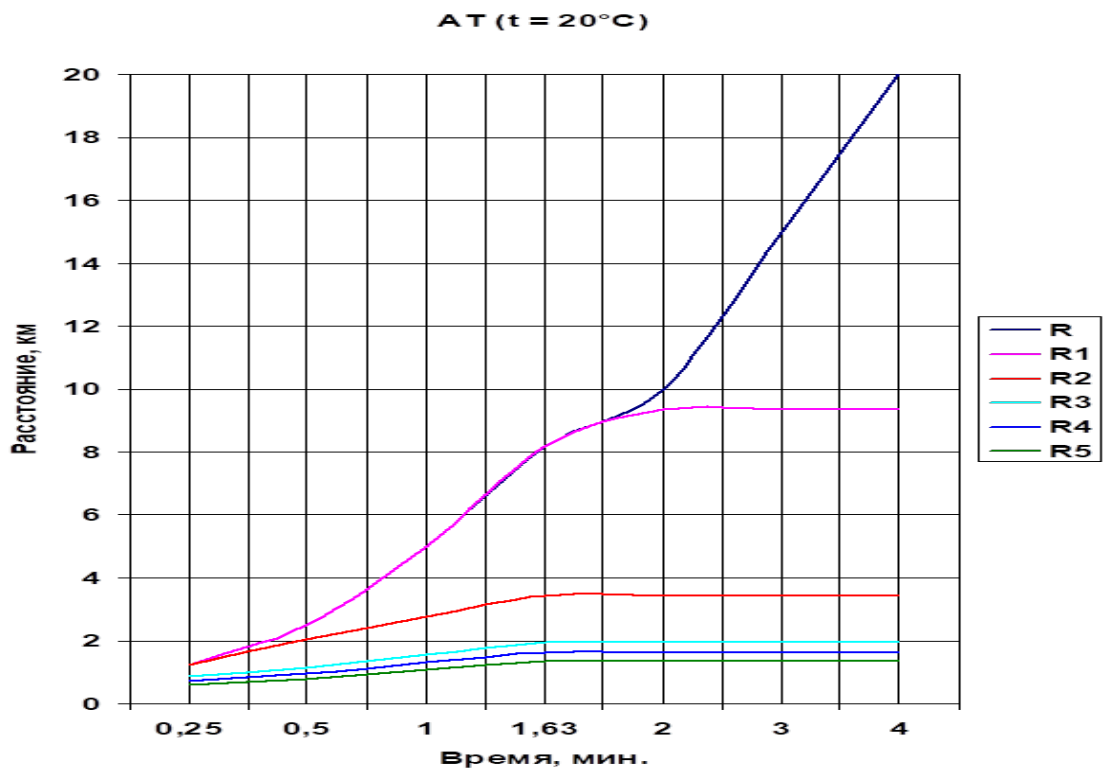
В общем случае, по данным КБ «Салют», КБТМ и 1 ГИК МО РФ (космодром «Плесецк»), среднестатистическая оценка вероятности разгерметизации одной из систем («О» или «Г») при эксплуатации РКК 14К256 на СК, ТК и ЗНС составляет:

- РКН «Рокот» -  $10^{-40}$ % в год;
- РБ «Бриз-КМ» -  $10^{-40}$ % в год;

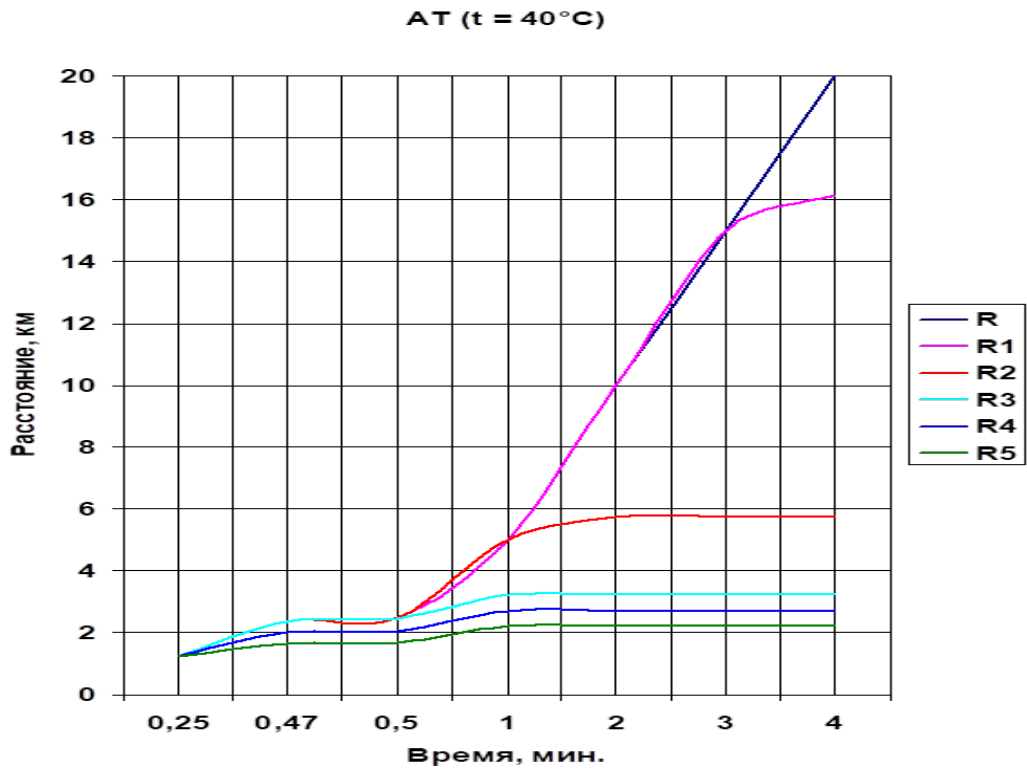
Вероятность отказа погрузочно-разгрузочных механизмов, приводящего к аварийной ситуации, составляет  $10^{-40}$ % в год.



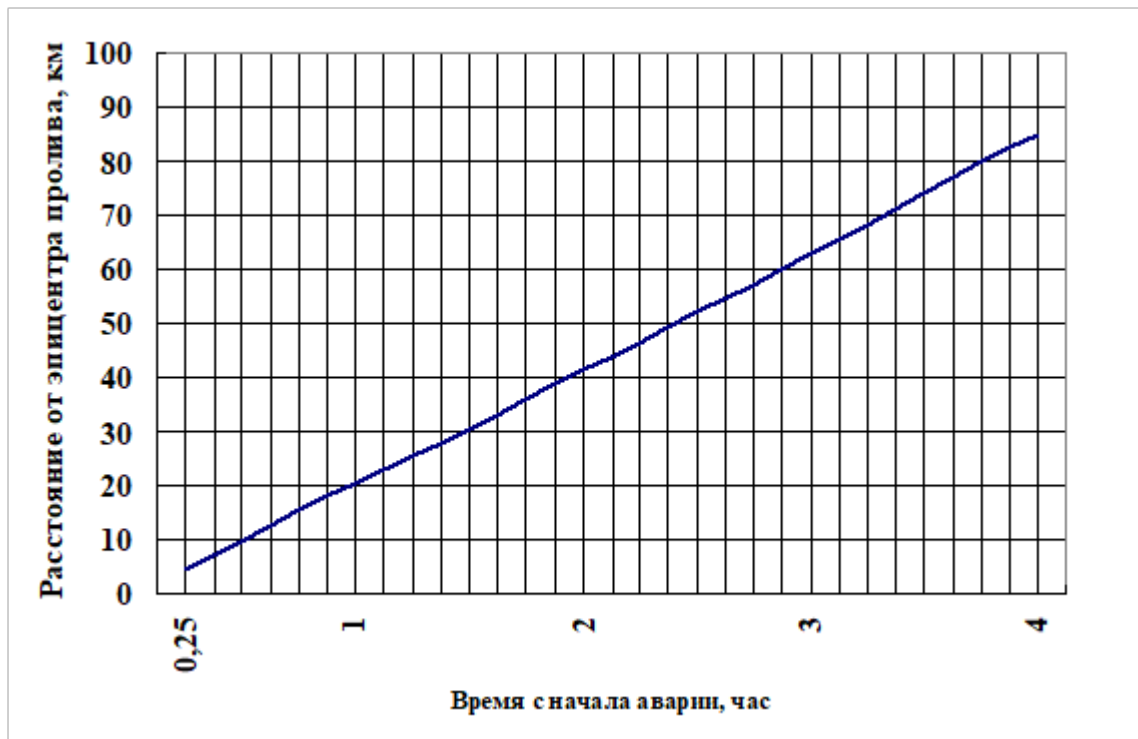
*Рисунок 2.11.4*



*Рисунок 2.11.5*



*Рисунок 2.11.6*



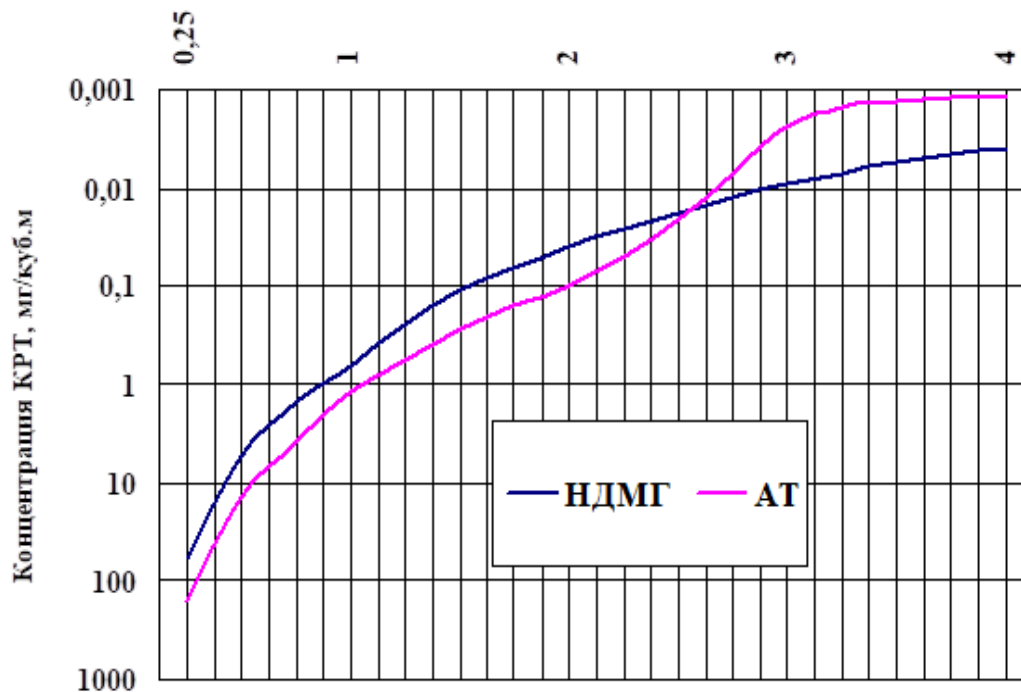


Рисунок 2.11.7

Таким образом, вероятность возникновения небольших проливов на СК, ТК и ЗНС (а, следовательно, токсичного заражения местности и воздействия на человека и ОС) крайне мала, не говоря уже о вероятности возникновения АБП.

Для справедливости следует отметить, что АБП, возникающие в районе СК, ТК и ЗНС могут стать причиной пожара.

Возможными причинами возникновения пожаров на объектах РКК 14К256 могут служить:

- аварийные большие проливы НДМГ;
- совместный пролив КРТ (под совместным проливом КРТ понимается такой пролив, в результате которого происходит смешение пролитых окислителя и горючего, и их паров).

В свою очередь, как уже отмечалось выше, источниками совместных проливов КРТ могут служить:

- падение заправленной РН на поверхность Земли при пуске,

– механическое разрушение баков и заправочных магистралей в результате возникновения неисправностей различных систем, (например, системы дренажа при подаче КРТ в баки РН), прогара стенок топливного отсека под действием высокотемпературной струи пламени;

– разгерметизация заправленной РН вследствие механических воздействий (ударов, сотрясений) и т.п.

При АБП НДМГ в определенных условиях ОС возможно возгорание паров НДМГ и возникновение крупномасштабного пожара.

Очевидно, что на размеры и последствия такой аварии, как совместный пролив и горение КРТ (пожар), оказывают влияние такие факторы как характер и степень смешения компонентов, кинетические параметры компонентов и внешние условия (давление и температура).

По мере смешения КРТ образуется зона пожара. Обычно образование зоны пожара начинается с воспламенения небольшого количества топлива, сопровождающейся выделением соответствующей энергии.

Пожар КРТ «АТ+НДМГ» может сопровождаться (в результате неполного горения) выделением токсичных веществ. Заражение местности токсичными веществами связано, в первую очередь, с попаданием в окружающую среду горючего НДМГ и продуктов его деструкции.

Однако основным поражающим ОС и человека фактором воздействия пожаров является тепловое излучение.

Наиболее вероятным сценарием развития аварии на стартовом комплексе 14П25, как для случая разрушения баков первой ступени, так и для случая разрушения баков I и II ступеней и баков РБ при температуре окружающего воздуха 25°С является образование огневой полусферы, которая достаточно быстро трансформируется в «огневой шар». Масштабы поражения от воздействия «огневого шара» при проливе топлива «АТ+НДМГ» для РКН «Рокот», полученные в результате моделирования совместных проливов КРТ, приведены в таблице 2.11.11.

При температуре окружающего воздуха ниже 5°C наиболее вероятным сценарием развития аварии будет образование «пожара разлития». Масштабы поражения от воздействия «пожара разлития» при проливе топлива «АТ+НДМГ» для РКН «Рокот» приведены в таблице 2.11.12.

Как показывает опыт эксплуатации РКТ, АС и НШС с РН могут иметь место как на объектах комплекса (в частности СК), так и на практически любом участке выведения. Такая ситуация представляет опасность для ОС и для населения. Приведенные расчеты показывают, что аварийное падение РН может быть источником пожара, токсичного загрязнения местности КРТ и продуктами их горения, загрязнения ОС обломками металлоконструкций, а также возможной гибели человека.

Таблица 2.11.11

Тепловой поток, кВт/м <sup>2</sup>	Диаметр зоны поражения, м	Расстояние от поверхности факела, м	Процент погибших на данном расстоянии
<i>Пролив КРТ 1 ступени (масса топлива 79,9 т)**</i>			
260,00	199,6*	-	100
101,00	320,2	60,3	99
47,00	469,5	134,9	50
24,20	654,2	227,3	1
2,80	1923,4	861,9	Ожоги 3 степени
1,86	2359,8	1080,0	Ожоги 2 степени
<i>Пролив КРТ 1 и 2 ступеней и КРТ РБ "Бриз-КМ" (масса топлива 98,2 т)***</i>			
260,00	260,0	253,2	100
101,00	84,36	444,5	99
47,00	38,50	658,0	50
24,20	21,55	879,4	1
2,80	2,34	2669,0	Ожоги 3 степени
1,86	1,55	3279,2	Ожоги 2 степени
<i>Примечание: * - диаметр очага пожара разлития топлива «АТ+НДМГ»;</i>			
<i>** - время существования «огневого шара» составляет 13,8 с;</i>			
<i>*** - время существования «огневого шара» составляет 17,5 с</i>			

Таблица 2.11.12

Тепловой поток, кВт/м <sup>2</sup>	Диаметр зоны поражения, м	Расстояние от поверхности факела, м	Процент погибших на данном расстоянии
<i>Пролив КРТ 1 ступени (общая масса КРТ 79,9 т)</i>			
220,00	44,0*	-	100
33,96	182,0	69,0	99

Тепловой поток, кВт/м <sup>2</sup>	Диаметр зоны поражения, м	Расстояние от поверхности факела, м	Процент погибших на данном расстоянии
15,90	232,0	94,0	50
9,46	266,0	111,2	1
1,42	391,6	173,8	Ожоги 3 степени
1,10	408,0	182,0	Ожоги 2 степени
<i>Пролив КРТ ДУ 1 и 2 ступеней и РБ «Бриз-КМ» (общая масса КРТ 98,2 т)</i>			
220,00	48,68*	-	100
33,96	186,68	69,0	99
15,90	236,68	94,0	50
9,46	271,12	111,2	1
1,42	396,28	173,8	Ожоги 3 степени
1,10	412,68	182,0	Ожоги 2 степени
<i>Примечание: * - диаметр очага «пожара разлития» топлива «АТ+НДМГ»</i>			

В случае если авария с РН происходит на высотах до 10 км, РН падает на расстоянии 5...7 км от места старта. Скорость падения не превышает 400 м/с. До высоты 10 км вырабатывается около 1/3 первоначально заправленного топлива 1 ступени.

В результате удара о Землю аварийной ракеты и разрушения баков до 70...80% АТ и НДМГ смешиваются и, будучи легко воспламеняющимися, реагируют между собой. Другая часть НДМГ сгорает в воздухе, и лишь незначительная доля попадает в поверхностные слои грунта (на глубину в пределах до 1,5 м) в зоне горения на площади 60×20 м, подвергаясь при этом действию высоких температур, что является одним из наиболее эффективных способов детоксикации грунта.

Места аварийного падения в силу ограниченности их размеров могут быть, в случае необходимости, нейтрализованы по отработанным технологиям термическими и химическими методами и ограждены до проведения полной реабилитации почвы. Кроме того, проливы АТ частично входят в химические соединения с некоторыми фракциями грунта, а основная часть испаряется. Непрореагировавшая часть АТ (в среднем до 50 т) в виде облака паров распыляется воздушными потоками.

Загрязнение грунта и биоты возможно при аварийной разгерметизации топливных баков на начальном участке полета и может привести к попаданию

горючего и окислителя в ОС в жидком и газообразном состояниях. Однако, как показывают многочисленные оценки, загрязнение почвы и биоты КРТ, выброшенными в жидком и газообразном состоянии, может иметь место только при авариях на высотах не более 5...7 км. Это объясняется тем, что капли топлива, падающие с больших высот, не достигают поверхности земли в результате дробления и испарения, а газообразное облако токсичных веществ достаточно быстро будет рассеиваться под действием турбулентной диффузии и атмосферных ветров.

В приземных слоях атмосферы происходит разрушение паров НДМГ, в основном, в результате взаимодействия с гидроксидом (ОН). Время жизни НДМГ в атмосфере в результате взаимодействия с гидроксидом составляет около 3 часов. В меньшей степени в тропосфере НДМГ разрушается путем взаимодействия с оксидами азота и с озоном. Учитывая сравнительно медленное химическое разложение НДМГ в тропосфере, следует полагаться в основном на разбавление паров НДМГ до допустимых концентраций в результате турбулентной диффузии. В зонах облаков и осадков значительную роль может играть растворение НДМГ с последующим разложением и выведением из атмосферы с осадками.

Воздействие на озоновый слой атмосферы возможно при авариях РН в полете с разгерметизацией топливных баков на высотах 20...40 км.

Вероятность аварийной ситуации РКН «Рокот» в течение всего активного участка полета составляет  $P_{AB} = 0,04$ , время работы ДУ 1 и 2 ступеней ~304 с, время прохождения диапазона высот 10...40 км - порядка 20 с. Если принять равновероятным в течение всего полета возникновение аварийной ситуации, то вероятность рассматриваемой аварии составляет  $P_{AB.O3} \approx 0,0027$ .

Даже в предположении, что диспергированные испарившиеся самовоспламеняющиеся компоненты не реагируют друг с другом, их концентрация и степень влияния на озоновый слой падали бы по мере расширения облака до допустимых пределов в течение 40 часов, при этом толщина облака будет менее 2 км, а диаметр - до 500 м. С учетом динамики изменения скоростей потоков в атмосфере, за 40 часов облако может быть

перенесено на расстояние от 4000 до 10000 км. Даже полное разрушение озонного слоя в пределах этой зоны приведет лишь к кратковременному локальному изменению интенсивности УФ-излучения на поверхности Земли - не более чем на 15 %, что находится в пределах естественной суточной изменчивости, достигающей 20...30%. Восстановление разрушившейся части озонового слоя произойдет в течение нескольких суток за счет естественных процессов.

Расчеты при оценке возможности осаждения КРТ на Землю в районах выброса показали, что при учете только гравитационного осаждения, на поверхности Земли выпадение капель жидкости начнется только через сутки. Расчеты по испаряемости жидкости в этих условиях показали, что максимально возможные по размерам капли жидкости, образующиеся после диспергирования, испаряются менее чем за час. Это свидетельствует о том, что диспергированное топливо на высотах более 20 км. превращенное в капли, испаряется и не попадает в приземные слои.

В атмосфере Земли НДМГ разлагается под действием УФ-излучения Солнца и при взаимодействии с атмосферными малыми газовыми составляющими  $O^{\cdot-}$ ,  $OH^{\cdot}$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $NO$ ,  $NO_2$  и т.д. При этом процессы фотодиссоциации НДМГ могут играть заметную роль только на больших высотах, а в стратосфере и тропосфере НДМГ будет окисляться, в основном, в результате взаимодействия с озоном, гидроксидом и окислами азота. При взаимодействии НДМГ со стратосферным озоном, как уже было отмечено, будут образовываться области с пониженным содержанием озона, размер и время существования которых определяются количеством выбрасываемого НДМГ и интенсивностью турбулентной диффузии.

В случае отказа элементов РКН «Рокот», приведшего в аварийному падению или взрыву ракеты, возможна ситуация, когда КГЧ с КА и РБ будет падать отдельно от конструкции ракеты. Следует отметить, что в случае возникновения аварии на РКН «Рокот» на высотах более 70-80 км, вероятнее

всего, КГЧ с КА и РБ при падении сгорит при входе в плотные слои атмосферы на высотах порядка 30-20 км. В случае возникновения подобной аварии на ракете на высотах менее 70 км вероятнее всего, что КГЧ с КА и РБ упадет на поверхность Земли.

В случае аварийного падения КГЧ с КА и РБ на поверхность Земли наиболее вероятными сценариями возникновения такого рода аварии является взрыв и пожар, вследствие смещения КРТ, находящихся на борту КГЧ с КА и РБ. Часть КРТ может в результате разбрызгивания попасть в окружающую природную среду.

Одним из негативных последствий для ОС, связанных с аварийным падением КГЧ на поверхность Земли, является сейсмическое воздействие на почво-грунты. В данном случае сейсмическое воздействие будет связано с распространением в грунте ударных волн, образованных в результате падения конструкции КГЧ. Критерием оценки сейсмического воздействия, принятым на территории РФ, является допустимая скорость колебаний грунта, т. е. скорость, при которой сохранение зданий и сооружений полностью гарантировано, а возможные локальные деформации не превысят прогнозируемые.

Падение КГЧ с КА и РБ на поверхность Земли по уровню воздействия на грунт эквивалентно взрыву в грунте 5 кг тротила. Данная оценка получена при условии полного перехода кинетической энергии падения аппарата в энергию удара и является максимально возможной.

Одним из аспектов устойчивости природной среды к механическому воздействию является прочность грунтов на одноосное сжатие ( $\text{кг/см}^2$ ).

Возможность образования воронок напрямую зависит от типа грунтов, на которые происходит падение. Следует отметить, что максимальное значение объема поврежденного грунта в случае падения на поверхность Земли КГЧ с КА и РБ может составлять до  $1,5 \text{ м}^3$  от места падения, глубина образовавшейся воронки – до 50 см.

Первой среди возможных негативных последствий освоения ОКП была выявлена опасность столкновения КА с находящимися в космосе техногенными частицами. Диапазон их размеров оказался очень широким – от нескольких микрон до нескольких метров, причем число мелких частиц перевалило за несколько миллионов. Широкий спектр имеют и последствия столкновения КА с этими частицами – от медленной эрозии поверхности (оптических приборов, датчиков, панелей солнечных батарей) до взрыва и полного разрушения. Достоверно установлено, что основную опасность представляют мелкие частицы, число которых резко увеличивается по мере уменьшения размеров. В настоящее время опасность столкновения крупного КА с частицами размером более 1 см стала вполне реальной.

Например, для орбитальной станции «Мир» (средняя высота орбиты – 400 км, время эксплуатации – 10 лет) расчетная вероятность столкновения с частицами размером более 1 см составляет несколько процентов. При средней относительной скорости около 12 км/сек такое столкновение может привести к катастрофическим последствиям. Вероятность столкновения с течением времени растет, и уже сейчас возникла проблема разработки способов защиты проектируемых КА.

Вторым очень серьезным отрицательным последствием нарастающего загрязнения ОКП является возможность регулярного столкновения объектов друг с другом, что чревато возникновением лавинообразного процесса загрязнения, которые приведет к невозможности дальнейшей космической деятельности. Современная ориентировочная оценка столкновений каталогизированных КО равна 1 за несколько десятков лет. Некоторые специалисты считают, что этот лавинообразный процесс уже начался; его интенсивность дует нарастать, и через 50 лет число столкновений увеличится в 10-20 раз.

Орбитальные взрывы являются мощным источником частиц и фрагментов «космического мусора». Особенностью орбитального взрыва

является образование множества частиц и фрагментов «космического мусора», которые первоначально концентрируются в эллипсоидальной области, движущейся по орбите взорвавшегося объекта. Затем происходит распределение объектов вдоль всей орбиты взорвавшегося КА. Наконец, через 1-4 года облако взрывных фрагментов распределяется практически равномерно по географической долготе в диапазоне географических широт, которые по величине не превосходят наклона плоскости орбиты взорвавшегося КА к плоскости экватора Земли.

В результате взрыва образовавшиеся фрагменты получают некоторое приращение скорости, которое изменяет величину наклона плоскостей их орбит к плоскости экватора Земли. При взрыве объектов приращения скорости, как правило, редко превышают 0,5-1,0 км/с, причем ориентация этих приращений случайна, что также уменьшает вероятность большого изменения величины наклона плоскостей орбит взрывных фрагментов в их совокупности. Следовательно, при оценке результатов возможных орбитальных взрывов КА вполне можно предполагать, что сохраняется величина наклона плоскостей орбит образовавшихся фрагментов.

Орбитальные взрывы на приполярных орбитах особенно неблагоприятно сказываются на общем состоянии засоренности ОКП.

## **2.12 Образование отходов при проведении испытаний РКК**

Технологией подготовки к испытаниям РКК на территории технического комплекса (площадка 32Т) не предусмотрено образование производственных отходов. Тем не менее, в процессе подготовки комплекса к испытаниям может образовываться незначительное количество отходов: отходы при проведении текущего обслуживания оборудования и агрегатов (ветошь, прокладки и др.). Отходы образуются также при замене отработанных моторных и смазочных масел, при уборке производственных помещений объектов технической позиции, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям. Бытовые отходы образуются в результате жизнедеятельности обслуживающего

персонала, а также в результате эксплуатации оборудования, задействованного при подготовке составных частей комплекса.

Всего при проведении испытаний может образовываться 14 наименований отходов, в том числе:

1 класса опасности – 1 наименование – 0,003672 т;

2 класс опасности – 0 наименований – 0,000 т;

3 класс опасности – 3 наименования – 0,073 т;

4 класса опасности – 5 наименований – 2,953 т;

5 класса опасности – 5 наименования – 0,857 т.

Общая масса ожидаемого образования отходов за период проведения испытаний комплекса предполагается равной 3,886672 т.

На основании расчётов установлены предлагаемые нормативы образования отходов на период проведения испытаний комплекса (таблица 2.12.1).

Таблица 2.12.1 - Общий перечень образующихся отходов

№ п/п	Наименование вида отхода	Код по ФККО	Класс опасности	Отходообразующий вид деятельности, процесс	Планируемый норматив образования отходов в тоннах
Отходы I класса опасности:					
1	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4 71 101 01 52 1	1	Освещение служебных помещений и территории	0,003672
Итого I класса опасности:					0,003672
Отходы III класса опасности:					
2	Отходы минеральных масел моторных	4 06 110 01 31 3	3	Эксплуатация автотранспорта	0,000437
3	Отходы минеральных масел трансмиссионных	4 06 150 01 31 3	3	Эксплуатация автотранспорта	0,0126

4	Отходы антифризов на основе этиленгликоля	9 21 210 01 31 3	3	Эксплуатация автотранспорта	0,060
Итого III класса опасности:					0,073
Отходы IV класса опасности:					
5	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	7 33 100 01 72 4	4	Хозяйственно-бытовая деятельность сотрудников предприятия	2,1
6	Смет с территории предприятия малоопасный	7 33 390 01 71 4	4	Уборка территории	0,5
7	Обтирочный материал, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	9 19 204 02 60 4	4	Ремонт автотранспорта	0,270
8	Песок, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	9 19 201 02 39 4	4	Ликвидация проливов ГСМ	0,060
9	Опилки и стружка древесные, загрязнённые нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	9 19 205 02 39 4	4	Ликвидация проливов ГСМ	0,023
Итого IV класса опасности:					2,953
Отходы V класса опасности:					
10	Отходы упаковочной бумаги незагрязнённые	4 05 182 01 60 5	5	Распаковка новых материалов	0,216
11	Отходы упаковочного картона незагрязнённые	4 05 183 01 60 5	5	Распаковка новых материалов	0,270

12	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	4 05 122 02 60 5	5	Делопроизводство	0,020
13	Отходы плёнки полиэтилена и изделий из неё незагрязнённые	4 34 110 02 29 5	5	Распаковка новых материалов	0,162
14	Лом и отходы алюминия в кусковой форме незагрязнённые	4 62 200 03 21 5	5	Сбор и утилизация отделяющихся элементов изделия	0,189
Итого V класса опасности:					0,857
Всего:					3,886672

Таблица 2.12.2 - Предлагаемые способы утилизации и размещения отходов

№ п/п	Код ФККО	Наименование ФККО	Предлагаемые способы утилизации и размещения отходов
1	4 71 101 01 52 1	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
2	4 06 110 01 31 3	Отходы минеральных масел моторных	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
3	4 06 150 01 31 3	Отходы минеральных масел трансмиссионных	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
4	9 21 210 01 31 3	Отходы антифризов на основе этиленгликоля	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
5	7 33 100 01 72 4	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение (лицензия № ЛЮ20-00113-77/00046858 от 25.12.2018 г.).

6	7 33 390 01 71 4	Смет с территории предприятия малоопасный	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение
7	9 19 204 02 60 4	Обтирочный материал, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
8	9 19 201 02 39 4	Песок, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
9	9 19 205 02 39 4	Опилки и стружка древесные, загрязнённые нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов
10	4 05 182 01 60 5	Отходы упаковочной бумаги незагрязнённые	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение
11	4 05 183 01 60 5	Отходы упаковочного картона незагрязнённые	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение
12	4 05 122 02 60 5	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение
13	4 34 110 02 29 5	Отходы плёнки полиэтилена и изделий из неё незагрязнённые	Передача ООО «ЭкоИнтегратор» на размещение
14	4 62 200 03 21 5	Лом и отходы алюминия в кусковой форме незагрязнённые	Передача на обработку специализированной организации, имеющей лицензию на сбор, обработку, транспортировку, обезвреживание, утилизацию отходов

4 71 101 01 52 1 Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства

Состав отхода: Стекло – 92%; Металлы – 2%; Ртуть - 0,02%; Люминофор - 5,98%. Агрегатное состояние – Изделия из нескольких материалов

При выработке ресурса рабочего времени ламп образуется отход 1-ого класса опасности – отработанные ртутьсодержащие лампы.

В соответствии со «Справочным материалом по удельным показателям образования важнейших видов отходов производства и потребления» НИЦПУРО.1996г определяем годовое количество ртутных ламп, подлежащих утилизации:

Таблица 2.12.3

Тип ламп	Кол-во	Вес 1-ой лампы, кг	Ср. время работы в сутки, час	Число раб. Дней в году	Норм. Срок службы, час	Кол-во утил. Ламп, т/г
ЛБ 20	450	0,17	24	30	15000	0,003672

Норматив образования отработанных ртутных ламп, рассчитан согласно методам, изложенным в следующих изданиях:

1. В.В. Федоров. Люминесцентные лампы. Москва. Энергоатомиздат. 1992.
2. В.Ф. Ефимкина. Н.Н. Софронов. Светильники с газоразрядными лампами высокого давления. Москва. Энергоатомиздат. 1984.

Образование отхода, лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства составит 0,003672 т/г.

7 33 100 01 72 4 Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)

Морфологический состав: 20 % органические остатки пищи, пластиковая тара и упаковка - до 40 %, стекло- 5%, ПЭТ-бутылка - 10%, жесть - 5%, алюминий пищевой до 5%, полиэтиленовые пакеты - 13%. Агрегатное состояние: Смесь твердых материалов (включая волокна) и изделий.

Расчет выполнен в соответствии со «Сборником удельных показателей образования отходов производства и потребления», Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, Москва 1999г:

Таблица 2.12.4

Количество чел. (n)	Удельные нормы образования (y)	Средняя плотность (q)	Норматив образования (M, M')
	т	кг/м <sup>3</sup>	т
30	0,07	250	2,1

$$M = n * y;$$

Образование мусора от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) на предприятии составит: 2,1 т/год.

4 05 122 02 60 5 Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства

Морфологический состав: Бумага - 100%. Агрегатное состояние: Изделия из волокон.

Расчет выполнен в соответствии со «Сборником удельных показателей образования отходов производства и потребления», Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, Москва 1999г:

Таблица 2.12.5

Общее кол-во (m)	Удельные нормы образования, % (y)	Норматив образования (M, M')
	т	т
0.222222	9	0,020

$$M = m * y;$$

Образование мусора от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) на предприятии составит: 0,020 т.

4 06 110 01 31 3 Отходы минеральных масел моторных

Морфологический состав: Масло – 95%; Взвешенные вещества – 1%; Вода - 4%. Агрегатное состояние: Жидкое в жидком (эмульсия).

Используются в различных видах оборудования.

Норматив образования отходов минеральных масел моторных принят в соответствии со «Сборником удельных показателей образования отходов производства и потребления», НИЦУПУРО М. 1999г и составляет 35% от годового расхода масла, учитывая плотность масла 0,85 т/м<sup>3</sup> масса отходов равна:

$$M = 1,47 * 35 / 100 * 0,85 / 1000 = 0,000437 \text{ т/год}$$

Образование отхода, минеральные масла отработанные составит 0,000437 т/г.

4 06 150 01 31 3 Отходы минеральных масел трансмиссионных

Морфологический состав: Масло – 95%; Взвешенные вещества – 1%; Вода - 4%. Агрегатное состояние: Жидкое в жидком (эмульсия).

Используются в различных видах оборудования.

Норматив образования отходов минеральных масел трансмиссионных принят в соответствии со «Сборником удельных показателей образования

отходов производства и потребления», НИЦУПУРО М. 1999г и составляет 35% от годового расхода масла, учитывая плотность масла 0,9 т/м<sup>3</sup> масса отходов равна:

Таблица 2.12.6

Количество (л)	Норматив образования отходов	Плотность масла	Масса отхода, т/год
40	0,35	0,9	0,0126

$$M = 40 \cdot 35 / 100 \cdot 0,9 / 1000 = 0,0126 \text{ т/год}$$

Образование отхода, минеральные масла трансмиссионных составит 0,0126 т/год

Обтирочный материал, загрязнённый нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)

Примерный состав отхода: Тряпье – 73%; Масло – 12%; Влага - 15%.  
Агрегатное состояние – Изделия из волокон.

При технологическом обслуживании оборудования МТ, образуются отходы обтирочного материала, загрязненного нефтепродуктами. Расчет количества отходов выполнен в соответствии с «Методическими рекомендациям по оценке объемов образования производства и потребления», ГУ НИЦУПУРО, Москва 2003г. по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^{i=n} M_i \cdot N_i \cdot K_z \cdot K_{пр} \cdot 10^{-3}, \text{ т/год}$$

где:

$$K_z = (T_{см} \cdot C) / T_{ф}$$

M – общее количество промасленной ветоши, т/год

M<sub>i</sub> – удельная норма расхода обтирочного материала на 1 ремонтную единицу в течение года работы механического оборудования, M<sub>i</sub> = 15,0кг

N<sub>i</sub> - кол-во ремонтных единиц i- той модели установленного оборудования

C - число рабочих смен в год (фактическое)

K<sub>з</sub> - коэффициент загрузки оборудования

T<sub>см</sub> – средняя продолжительность работы оборудования в смену, час

T<sub>ф</sub> – годовой фонд рабочего времени оборудования, 240 час

K<sub>пр</sub> – коэффициент, учитывающий загрязненность ветоши, K<sub>пр</sub>=0,12

$$M = 15 \cdot 150 \cdot (8 \cdot 30) / 240 \cdot 0,12 \cdot 0,001 = 0,270 \text{ т/год.}$$

Образование отхода, обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%), составит: 0,270 т/год.

7 33 390 01 71 4 Смет с территории предприятия малоопасный

Примерный состав отхода: Древесина – 10%; растительные остатки – 9%; галька, камни – 8%; песок – 72%; влага - 0,5%; нефтепродукты - 0,5%. Агрегатное состояние – Смесь твердых материалов (включая волокна).

Образуется от уборки производственных территорий с твердым покрытием. Приблизительная общая площадь убираемых производственных территории, задействованных в подготовке составных частей комплекса, с твердым покрытием равна 1200 м<sup>2</sup>.

Согласно нормам установленным Приложением 11 СНиП 2.07.01 – 89 объем образования смета с твердых покрытий составит:

Таблица 2.12.7

Объект образования отходов	Площадь, подлежащая уборке, м <sup>2</sup>	Нормы накопления среднегодовая, кг	Норма образования, т	Средняя плотность, т/м <sup>3</sup>	Норма образования, м <sup>3</sup>
смет с территории предприятия малоопасный (на 1 м <sup>2</sup> )	1200	5	6	1,0	6

В соответствии с утвержденными планом уборки территории и правилами, уборка в ходе подготовки будет осуществляется раз в месяц:

$$6/12 = 0,5 \text{ т/год}$$

Образование отхода, смет с территории предприятия малоопасный составит: 0,5 т/год.

Сведения о местах накопления отходов.

При организации мест временного хранения (накопления) отходов приняты меры по обеспечению экологической безопасности. Оборудование мест временного хранения (накопления) проведено с учётом класса опасности, физико-химических свойств, реакционной способности образующихся отходов, а также с учётом требований соответствующих ГОСТов и СанПиНов.

На территории ТК организованы места накопления всех образующихся отходов.

Минеральные масла моторные и масла трансмиссионные хранятся в отдельных металлических бочках с крышкой объемом 0,05 м<sup>3</sup>, стоящих на асфальтовом покрытии под навесом. Вывоз производится не реже 1 раза в 3 месяца. Рядом находится металлическая бочка с герметичной крышкой на 1,5 м<sup>3</sup>, стоящая на асфальтном покрытии для отходов антифризов на основе этиленгликоля. Вывоз производится не реже 1 раза в 3 месяца.

Для накопления ТКО установлен металлический бункер с крышкой, на площадке с асфальтовым покрытием, емкостью 8 м<sup>3</sup>. Рядом находится контейнер с крышкой на 1,5 м<sup>3</sup> для отходов смета с территории предприятия малоопасный. Вывоз производится не реже 4-х раз в месяц.

Обтирочный материал хранится в отдельных закрытых металлических контейнерах с крышкой, вместимостью до 35 кг. Вывоз производится не реже 1 раза в 6 месяцев.

Хранение отработанных ртутьсодержащих ламп осуществляется в неповрежденной таре из-под новых или в другой таре, обеспечивающей их сохранность при хранении, погрузо-разгрузочных работах и транспортировании. Используется отдельное помещение (подсобка).

Отходы картона, бумаги, обрезков тканей и упаковочной бумаги собираются в специально отведенных местах внутри технических помещений.

Накопление мусора от бытовых помещений осуществляется в металлических контейнерах, оборудованные съемной крышкой, исключающие рассыпание отходов.

Накопление отходов бумаги и картона от канцелярской деятельности осуществляется в контейнерах в специально отведенных местах в административных помещениях.

### Расчет платы за размещение отходов производства и потребления

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду выполнен в соответствии Постановлению Правительства РФ от 03.03.2017 N 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду».

Согласно Постановлению Правительства РФ от 20.03.2023 № 437, в 2023 году применяются ставки платы, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации № 913 от 13.09.2016 г., установленные на 2018 год, с использованием дополнительно к иным коэффициентам коэффициента 1,26.

Плата за негативное воздействие при размещении отходов производства и потребления приведена в таблице 2.12.8.

Таблица 2.12.8 - Плата за негативное воздействие при размещении отходов производства и потребления

Наименование ФККО	Класс опасности	Количество, тонн	Нормативы платы за размещение 1 единицы измерения отходов, руб.	Дополнительный коэффициент	Плата, руб.
Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	4	2,1	663,2	1,26	1754,83
Смет с территории предприятия малоопасный	4	0,5	663,2	1,26	417,82
Отходы упаковочной бумаги незагрязнённые	5	0,216	17,3	1,26	4,71
Отходы упаковочного картона незагрязнённые	5	0,270	17,3	1,26	5,89
Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	5	0,020	17,3	1,26	0,44
Отходы плёнки	5	0,162	17,3	1,26	3,53

полиэтилена и изделий из неё незагрязнённые					
Итого:					<b>2187,20</b>

Плата за негативное воздействие при размещении отходов производства и потребления составит 2 187 руб. 20 коп.

### **2.13 Оценка теплового воздействия на окружающую среду**

Для оценки уровня максимального теплового воздействия на ОС при старте и полете РКН «Рокот» расчеты целесообразно проводить применительно к единичному пуску РН.

Образованная при старте РКН «Рокот» тепловая волна характеризуется радиусом до 100 м в непосредственной близости от СК. Продолжительность такого воздействия не превышает нескольких секунд и прекращается без последствий после старта РН. В связи с тем, что пусковой стол РКН «Рокот» представляет собой сооружение, расположенное на обширной открытой бетонированной площадке, тепловое излучение не наносит вреда почве и растительности, находящейся вокруг нее. Нагрев металлических конструкций СК носит кратковременный характер, их температура сравнивается с температурой окружающей среды по истечении небольшого промежутка времени после запуска. Так как в указанной зоне воздействия при осуществлении запуска РН исключено нахождение людей, а ландшафт местности представляет собой открытую бетонированную площадку, исключаящую возникновение пожаро-взрывоопасных ситуаций, то уровень теплового воздействия факела двигателей 1-й ступени РКН «Рокот» можно считать малым, не оказывающим отрицательного воздействия на ОС.

В общем случае, с учетом теплотворной способности топливной пары «НДМГ+АТ», при полете РКН «Рокот» выделяется тепловая энергия, примерно равная  $6,37 \cdot 10^5$  МДж. Распределение выделяемой тепловой энергии по высоте траектории полета РН представлена на рисунке 2.13.1.

Распределение тепловой энергии, выделяющейся при полете РКН "Рокот", по высоте полета

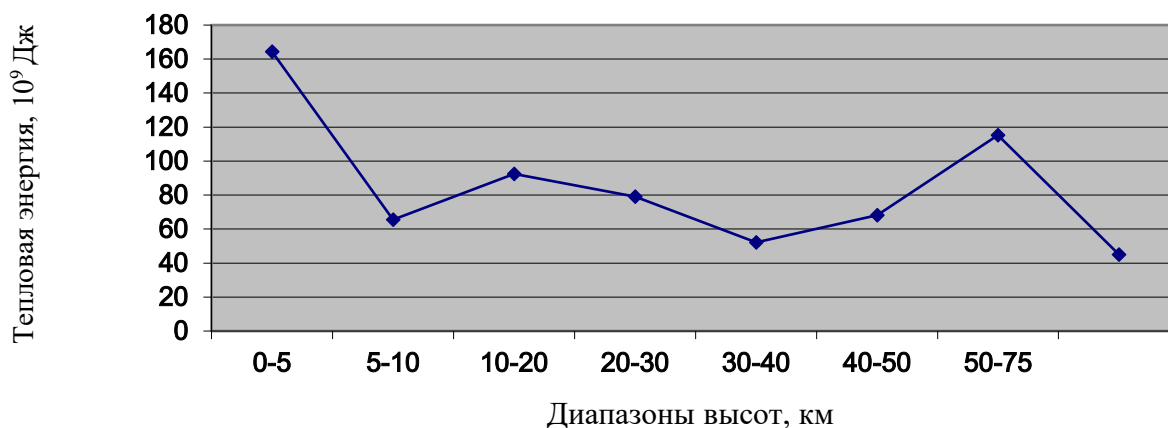


Рисунок 2.13.1

Для сравнения отметим, что такое же количество энергии выделяется при сгорании 25 тонн мазута (среднесуточный расход мазута котельной малой мощности составляет 20...30 тонн). Следует учесть, что в случае полета РКН «Рокот» энергия распределяется по всей трассе полета в диапазоне высот от 0 до 200...250 км (в зависимости от программы запуска КА). В общем случае ежегодно в мире только от сгорания топлива выделяется порядка  $10^{13}$  МДж (в миллионы раз больше, чем при пуске РКН «Рокот»).

Суммарное количество выброса  $\text{CO}_2$  (с учетом догорания в высокотемпературной струе продуктов сгорания) в тропосферу по траектории полета в ходе одного пуска РКН «Рокот» составляет порядка 24 тонн. По сравнению с ежегодными выбросами диоксида углерода в атмосферу от природных источников (100 млрд. тонн) и антропогенных источников (только от сжигания топлива – 5 млрд. тонн), выброс  $\text{CO}_2$  при полете РКН «Рокот» является ничтожно малым и не может никоим образом повлиять на изменение теплового баланса.

При полете разгонного блока «Бриз-КМ» в результате сгорания КРТ на высотах от 300 км до 36000 км выделяется энергии менее  $100 \cdot 10^3$  МДж, поэтому можно так же говорить о незначительном тепловом воздействии, оказываемом на ОС при полете РБ «Бриз-КМ».

С учетом вышеизложенного, можно сделать вывод, что тепловое воздействие на окружающую среду при пуске и полете РКН «Рокот» является локальным и кратковременным, а уровень воздействия – незначительным.

### **3. Меры по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду**

Безопасность при проведении испытаний РКК 14К256 на космодроме «Плесецк» обеспечивается конструктивными, технологическими и техническими решениями, а также комплексом организационно-технических мероприятий.

К основным конструктивным и технологическим мероприятиям по обеспечению безопасности подготовки РКК к испытаниям относятся:

- использование минимального количества разъемных соединений и обеспечение их герметичности;
- использование предохранительных мембран, фильтров и автоматически закрывающихся заглушек;
- использование системы блокировок для исключения проливов КРТ при проведении операций заправки и отстыковки от заправочных горловин РН комплекта автоматических стыковочных устройств;
- применение предохранительных клапанов, отключающих подачу газов и КРТ в неисправные магистрали.

К основным техническим мероприятиям по обеспечению безопасности при подготовке РКК к испытаниям относятся:

- оснащение помещений и сооружений объектов космодрома «Плесецк», задействованных при подготовке РКК к испытаниям, приборами газового анализа воздушной среды;
- использование приточно-вытяжной вентиляции.

К основным организационно-техническим мероприятиям относятся контроль состояния основных технологических агрегатов и систем. В соответствии с правилами Ростехнадзора осуществляется периодическое освидетельствование полуторакратным рабочим давлением всех элементов, работающих под избыточным давлением. Кроме того, во избежание серьезных

аварийных ситуаций емкости оборудованы дренажными и предохранительными клапанами. Все емкости системы также снабжены местными и дистанционными (вынесенными на пульт управления) манометрами давления и указателями уровня, а также дистанционными указателями срабатывания дренажных клапанов. Все элементы систем выполнены из коррозионностойких материалов.

К организационно-техническим мероприятиям по обеспечению защиты объектов наземной инфраструктуры космодрома «Плесецк» от возможных аварийных ситуаций при подготовке РКК к испытаниям относятся:

- соблюдение правил техники безопасности, изложенных в инструкциях по технике безопасности, действующих на месте эксплуатации, и выполнение мероприятий по их предупреждению;

- допуск к выполнению работ только лиц, изучивших устройство систем и правил их эксплуатации, сдавших зачеты и имеющих необходимую квалификацию;

- выполнение всех видов работ, проводимых на технологических агрегатах, строго по командам руководителя работ;

- контроль выполнения штатных работ эксплуатирующей организацией, представителями промышленности;

- постоянный контроль исправности технологического оборудования.

На объектах наземной инфраструктуры РКК принят действующий режим охраны. Охранный периметр площадок представляет собой двойное ограждение из колючей проволоки по железобетонным столбам. Охрана объектов наземной инфраструктуры РКК осуществляется караулом площадок посредством патрулирования контрольно-охранными группами. Для предотвращения несанкционированного проникновения в сооружение МИК его входные двери, люки, окна оборудуются датчиками на открывание и на разрушение стекла.

С учетом имеющегося многолетнего опыта эксплуатации космодрома «Плесецк» и использования существующей инфраструктуры, данные мероприятия и решения можно считать достаточными в рамках проведения испытаний РКК 14К256.

Мероприятия по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия на атмосферный воздух.

Для предотвращения и (или) уменьшения загрязнения атмосферного воздуха при проведении испытаний РКК предусматриваются следующие организационно-технические мероприятия:

- использование только исправных подвижных агрегатов комплекса и специальных автотранспортных средств, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям с допустимыми показателями содержания загрязняющих веществ в отработанных газах;

- обеспечение надлежащего и своевременного технического обслуживания подвижных агрегатов комплекса и автотранспортных средств, используемых при подготовке и проведении испытаний;

- контроль за работой подвижных агрегатов комплекса и автотранспортных средств, используемых при подготовке и проведении испытаний в период вынужденного простоя или технических перерывов в работе. Стоянка техники в эти периоды разрешается только при неработающем двигателе.

- контроль за точным соблюдением технологии проведения работ в рамках испытаний РКК;

- регулирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с учетом прогноза НМУ на основе предупреждения органов Росгидромета о возможном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

Мероприятия по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия на поверхностные и подземные воды.

Размещение объектов космодрома «Плесецк», задействованных в подготовке РКК к испытаниям, предусматривает использование существующих, функционирующих в настоящее время в интересах космодрома в целом инженерных систем, в том числе, водоснабжения и канализации.

Источниками водоснабжения площадок, на которых размещаются объекты космодрома, служат подземные воды, забираемые существующими скважинами.

Воздействие на поверхностные воды при наземной подготовке РКК к испытаниям на космодроме оказывается за счет потребления воды на бытовые нужды и сброса хозяйственно-бытовых вод. Попадание промстоков, содержащих КРТ, в систему бытовой канализации или в окружающую среду при штатной работе исключено.

При штатном функционировании оборудования, задействованного при подготовке РКК к испытаниям, каких-либо сбросов загрязняющих веществ в канализацию не предусматривается. Предусматривается только водоотведение от бытовых помещений в сооружениях пребывания персонала.

Таким образом, попадание загрязненных вод в поверхностные и грунтовые воды непосредственно при подготовке комплекса к испытаниям исключено.

При проведении испытаний РКК предусмотрены следующие мероприятия по предотвращению загрязнения поверхностных и подземных вод:

- организация контроля по недопущению загрязнения и захламления территорий площадок, задействованных в проведении испытаний комплекса;
- проведение проверок (входного контроля) конструкций и материалов, входящих в состав комплекса на предмет соответствия качества применяемых материалов в части содержания токсичных веществ, опасных для окружающей природной среды;
- для предотвращения возможного негативного воздействия на поверхностные и подземные воды организовать контроль технологических операций, связанных с возможными проливами ГСМ и КРТ;

- в случаях пролива ГСМ и КРТ на грунт организовать работы по детоксикации загрязненного грунта;

- организовать складирование отходов, образующихся при проведении испытаний комплекса в специально отведенных местах накопления.

Мероприятия по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия на почвенно-растительный покров.

Химическое загрязнение почвенно-растительного покрова в районе размещения объектов наземной инфраструктуры космодрома «Плесецк», задействованных при подготовке РКК к испытаниям, обусловлено возможным оседанием на поверхность загрязняющих веществ, выбрасываемых источниками загрязнения.

Почвенно-растительный покров в районе расположения космодрома, как правило, характеризуется невысоким природным потенциалом самоочищения. При этом химическое загрязнение почвенно-растительных покровов в районе космодрома при наземной подготовке РКК к испытаниям возможно лишь только в тех случаях, когда загрязняющие вещества от источников выбросов будут поступать в почвенный покров из атмосферных выпадений и далее аккумулироваться почвой, образуя в верхнем гумусовом горизонте локальные (точечные) очаги загрязнения.

Вместе с тем, лидировать в общем балансе поступления загрязнителей почвенно-растительного покрова будут подвижные транспортные средства, используемые для подготовки комплекса к испытаниям. Систематическое передвижение по дорогам позиционного района космодрома данных средств может привести к незначительному загрязнению придорожных участков транспортных магистралей шириной до 10-40 метров углеводородами. Кроме того, следует ожидать, что содержание транспортных средств (заправка, ремонт, мытье и т.д.) дополнительно даст загрязнение почвы нефтепродуктами.

Для уменьшения воздействия на почвенно-растительный покров движение транспортных средств должно осуществляться строго по отведённым

для этого дорожным путям, а техническое обслуживание и заправка топливных баков проводиться на специальных площадках с твердым покрытием.

В целом, для снижения или предотвращения негативного воздействия комплекса при проведении испытаний на почвенно-растительный покров планируется выполнение следующих мероприятий:

- перемещение подвижных агрегатов, используемых для подготовки РКК к испытаниям, только по специально отведенным дорогам;
- в шасси подвижных агрегатов, для исключения возможности ущерба почвенно-растительному покрову при преодолении участков местности с малой несущей способностью, для уменьшения глубины оставляемой колеи предусмотрено снижение давления в шинах;
- проведение работ по подготовке РН к запуску строго на отведенных для данных работ объектах и территориях, имеющих специальные ограждения;
- информирование персонала и подрядных организаций об ответственности за нарушение законодательства РФ по охране окружающей среды в части загрязнения/нарушения почвенно-растительного покрова;
- эвакуация отделяющихся частей РН и восстановление нарушенных территорий мест падения отделяемых элементов (при необходимости);
- запрет движения любого вида техники вне имеющихся подъездных путей;
- недопущение захламления прилегающих территорий технологических площадок, задействованных при подготовке и проведении запуска РН;
- соблюдение правил противопожарной безопасности на территории технологических площадок, задействованных при подготовке и проведении запуска РН;
- контроль за проведением пожароопасных технологических операций, особенно в период повышенной пожароопасности;
- предотвращение проливов нефтепродуктов, горюче-смазочных материалов на почвенно-растительный покров (контроль за герметичностью и целостностью технологических емкостей);

- поддержание в исправности и постоянной готовности средств пожаротушения;

- организованный сбор и своевременный вывоз образующихся отходов и недопущение захламления территории площадок.

Мероприятия по предотвращению и (или) уменьшению возможного негативного воздействия на животный мир.

Комплекс мероприятий, указанных ниже, направленный на минимизацию прямого или косвенного негативного воздействия РКК 14К256 при проведении испытаний на животный мир, будет способствовать сохранению биоразнообразия территории космодрома «Плесецк» и РП ОЧ РН.

Мероприятия по снижению или предотвращению негативного воздействия на животный мир:

- проведение работ по подготовке и проведению запуска РН строго на отведенных для данных работ объектах и территориях, имеющих специальные ограждения, предотвращающие появление на территории этих площадок представителей животного мира;

- ограничение пребывания на территории объектов лиц, не занятых в подготовке к проведению запуска РН;

- перемещение подвижных агрегатов, задействованных в подготовке РН к запуску, только в пределах специально отведенных дорог;

- организация контроля технологических операций, связанных с возможными проливами ГСМ;

- сохранение мест обитания объектов животного мира, путей их миграции;

- сохранение выворотней, валежника, единичных упавших деревьев, не повышающих пожароопасность;

- сохранение дуплистых, фаутовых и отставших в росте деревьев;

- охрана мест гнездования птиц и минимизации действия фактора беспокойства с мая по август включительно.

Меры охраны животных, занесенных в Красные книги (Российской Федерации и Архангельской области), состоят в основном в сохранении мест их обитания, запрет разведения костров и выкашивания травостоя.

Меры по обращению с отходами производства и потребления для предотвращения и (или) уменьшения возможного негативного воздействия на окружающую среду.

Основным документом, определяющим правовые основы обращения с отходами в целях предотвращения вредного воздействия их на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, является Федеральный закон «Об отходах производства и потребления».

На космодроме «Плесецк» в настоящее время функционируют 3 крупные оборудованные площадки хранения отходов (на площадках 41, 122 и 16). Твердые бытовые отходы, образующиеся при подготовке РКК к испытаниям, складированы в металлические контейнеры и по мере накопления вывозятся региональным оператором. Часть производственных отходов сдается на переработку (черный металлолом, аккумуляторы, отработанные масла, автопокрышки и др.). При этом централизованный сбор и отправка на переработку части производственных отходов, являющихся вторичными ресурсами, осуществляется службами материально-технического обеспечения космодрома «Плесецк».

Для предотвращения и (или) уменьшения возможного негативного воздействия на окружающую среду предусматриваются следующие мероприятия по обращению с отходами производства и потребления:

- организация мест временного хранения образующихся отходов с учетом их класса опасности, физико-химических характеристик, способности вступать в химические реакции, а также с учетом возможного комбинированного воздействия различных видов отходов;

- соблюдение допустимого объема временного хранения отходов с учетом имеющихся контейнеров, емкостей, и создание условий, при которых не происходит загрязнение окружающей среды и обеспечивается свободный подъезд транспорта для погрузки отходов;

- организация и ведение ответственными лицами учета образования и движения отходов производства и потребления;

- своевременная передача образующихся отходов специализированным организациям для дальнейшей их утилизации согласно заключенным договорам;

- соблюдение правил техники безопасности и противопожарной безопасности при всех действиях, производимых с отходами I-IV класса опасности.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Пожароопасность РКК 14К256 определяется, в основном, использованием в составе КРТ горючего НДМГ.

Возникновение пожара при эксплуатации РКК 14К256 возможно при возгорании НДМГ в атмосфере окружающего воздуха при его проливе, утечках и в других случаях, когда предпосылкой к пожару может быть и пролив окислителя АТ, что повышает возможность горения окружающих горючих материалов.

При контакте жидкого НДМГ или его паров с воздухом основными условиями возникновения пожара являются достаточная концентрация паров горючего в смеси с воздухом и достаточно мощный тепловой импульс для поджигания смеси. В связи с этим основными показателями пожарной опасности НДМГ являются:

— возможность образования в условиях эксплуатационных температур смесей его паров с воздухом с достаточной концентрацией НДМГ;

— минимальная необходимая энергия поджигания (как характеристика очага поджигания).

Наибольшей определенностью отличается первая характеристика по принципу «нет нужной концентрации – не может быть и пожара». Анализ закономерностей горения газов позволяет объяснить наличие концентрационных пределов горючести парогазовых смесей. Как показывает опыт эксплуатации отечественных образцов РКТ, воспламенение и самораспространяющееся горение газовых и парогазовых смесей происходит лишь при определенных процентных соотношениях между горючим и окислителем (окислителем можно считать и воздушную среду, так как в воздухе содержится порядка 21% кислорода). При разбавлении реакционноспособной смеси каким-либо компонентом (в данном случае НДМГ) можно достигнуть такого состава, когда самоподдерживающийся процесс горения становится невозможным. В этом смысле различают верхний и нижний концентрационные пределы горючести.

*Верхний концентрационный предел (ВКП)* - это такое предельное процентное содержание горючего в системе, выше которого горение невозможно.

*Нижний концентрационный предел (НКП)* - это такое предельное процентное содержание горючего в системе, ниже которого горение невозможно.

Концентрационные пределы (КП) любого горючего, в том числе и НДМГ, определяют по зависимости:

$$КП = \frac{P_{\Gamma}}{P_h} \cdot 100\%, \quad (1)$$

здесь  $P_{\Gamma}$  и  $P_h$  - парциальное давление паров горючего в воздухе и атмосферное давление, соответственно.

Очевидно, что наибольшее достижимое значение КП при заданной температуре воздуха  $T$  и горючего, контактирующего с ним, будет составлять

$$КП = \frac{P_s(T)}{P_h} \cdot 100\%, \quad (2)$$

здесь  $P_s(T)$  - давление насыщенных паров горючего при заданной температуре.

Концентрационные пределы НДМГ (в объемных долях) в воздухе при нормальных условиях составляют: НКП - 2,5%; ВКП - 84%.

Для практики наиболее важным является НКП, так как можно четко утверждать, что ниже этого предела возгорание невозможно. В то же время запредельная «верхняя» концентрация в районе разлива горючего всегда может уменьшиться до опасной (на некотором удалении от места пролива).

Анализ зависимостей показывает, что на значениях концентрационных пределов сказываются такие внешние параметры среды как давление и температура. С практической точки зрения, используя значения НКП и ВКП, важно определить диапазон наиболее опасных в пожарном отношении эксплуатационных температур горючего. Этот диапазон для НДМГ составляет - 28...+57°C.

Косвенной мерой температурного диапазона горючести НДМГ является его температура вспышки, то есть такая максимальная температура горючего, при которой над его поверхностью образуется концентрация пара в смеси с воздухом, минимально достаточная для того, чтобы при кратковременном действии открытого пламени произошла вспышка этой смеси. Температура вспышки НДМГ составляет -18°C (по данному показателю НДМГ относится к легковоспламеняющейся особо опасной жидкости).

Следует отметить, что если температура воздуха меньше температуры вспышки, то пожар маловероятен.

НДМГ взаимодействует с АТ очень активно, с самовоспламенением, с периодом задержки 0,004 с (при 20°C). Пары этих компонентов, при достаточной их концентрации, также могут самовоспламеняться уже при обычных температурах (выше 15°C).

Горящий НДМГ удобнее всего тушить водой, поскольку он хорошо растворяется ею, но количество воды должно быть большим, примерно двух-

трехкратным по отношению к горючему, так как даже 50%-ный раствор НДМГ еще способен гореть.

В связи с вышеизложенным, одним из ключевых моментов при эксплуатации РКК 14К256 является обеспечение пожарной безопасности на СК и ТК.

Пожарная безопасность зданий и сооружений стартового комплекса обеспечивается выполнением требований ВСН 106-83 и действующих в настоящее время нормативных документов.

Характеристика помещений зданий и сооружений по степени взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов и требования по оснащению помещений и сооружений системами предотвращения пожара и пожарной защиты приняты в соответствии с приложением № 4 к ВСН 106-83 и ОНТП 24-86.

Для обеспечения пожарной безопасности при реконструкции и дооборудовании существующих сооружений комплекса были предусмотрены следующие противопожарные мероприятия:

- применение несущих и ограждающих строительных конструкций с регламентированными пределами огнестойкости и пределами распространения огня по этим конструкциям;
- соблюдение рекомендованных размеров площади этажей между противопожарными стенами;
- выбор электрооборудования и электропроводки, а также способов установки электрооборудования и прокладки электросетей в соответствии с требованиями «Правил установки электрооборудования»; обеспечение огнезащитной обмазки кабельных потоков пастой ОПК;
- оборудование электросетей аппаратами защиты от токов короткого замыкания и перегрузок;
- оборудование зданий молниезащитой в соответствии с требованиями РД.34.21.12-87;

- обеспечение нормативных расходов воды на цели пожаротушения (внутренний и наружный противопожарные водопроводы);

- оснащение зданий и сооружений первичными средствами пожаротушения (ручные и передвижные огнетушители порошкового, углекислотного и воздушно-пенного пожаротушения, пожарный инвентарь).

Для своевременного обнаружения и быстрой ликвидации пожара в помещениях сооружений СК реализована автоматизированная система управления противопожарной защиты (АСУПЗ), включающая в себя:

- систему автоматического обнаружения пожара (пожарная сигнализация);

- установки автоматического пожаротушения (водяного, аэрозольного и т.д.);

- информационно-управляющую систему (сбор, обработка и передача информации о возникновении пожара на центральный пульт, управление установками противопожарной защиты).

Реконструированные сооружения 1, 3, 4, 6, 7, 8 стартового комплекса (площадка 133) оборудованы средствами автоматической и ручной пожарной сигнализации в соответствии с действующими нормативными документами: РД 78-145-93 и СНиП 2.04.09-84.

Автоматическая пожарная сигнализация позволяет своевременно обнаружить очаг возгорания и передать сигнал о пожаре на станционную аппаратуру. В качестве автоматических пожарных извещателей используются извещатели «ДИП-3», реагирующие на появление дыма. Для контроля за помещениями со взрывоопасной средой используются извещатели ИП103-2 во взрывозащищенном исполнении, срабатывающие при повышении температуры. Вышеперечисленные извещатели предназначены для установки в помещениях категорий П-I, П-II, П-IIIа, которым соответствуют помещения реконструированных сооружений.

Ручная пожарная сигнализация позволяет обслуживающему персоналу передать сигнал о пожаре на стационарную аппаратуру при обнаружении возгорания. В качестве ручных пожарных извещателей используются извещатели «ИПР», которые устанавливаются в сооружениях по пути следования персонала.

В качестве стационарного оборудования используется станция «ППС-3» на 60 номеров. Станция позволяет осуществлять прием и отображение сигналов от извещателей, контроль целостности шлейфа пожарной сигнализации, передачу общего сигнала тревоги и, при необходимости, сигналов по каждому шлейфу в пожарное депо и другие службы объекта.

Станция «ППС-3» установлена в сооружении 10 (караульное помещение площадки), общий сигнал тревоги передается в пожарное депо площадки 32Т.

Используемая на СК 14П25 система противопожарной защиты 11Т39К (совместно с системой управления 11Г026П) предназначена для:

- автоматического обнаружения и тушения пожара, а также для разбавления водой пролитого горючего в помещениях сооружений 1, 6;
- слива пролитых КРТ с рабочих площадок АО 11У211ПР и нулевой отметки сооружения 1 с помощью ручных стволов;
- тушения пожара на нулевой отметке сооружения 1 и на поверхности РН (ТПК).

Оборудование систем 11Т39К и 11Г026П расположено в сооружениях СК и используется без доработок.

Основное оборудование, входящее в систему 11Т39К: насосная станция; помещение вентилей; водооросительные коммуникации; установка лафетных стволов; лафетный ствол; автостык. Кроме основного оборудования, система имеет водокоммуникации, электрооборудование, датчики, исполнительные блоки, гидрооборудование.

Основные технические данные системы 11Т39К представлены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1

Тип системы	стационарная
Огнегасящий продукт	вода
Запас воды (объем резервуара), м <sup>3</sup>	300
Интенсивность подачи воды через лафетные стволы, л/с	120
Инерционность магистралей *, с	5...30
Потребляемая мощность в режиме повышенной готовности, кВт	315
<i>Примечание: *- время с момента срабатывания датчиков о пожаре или нажатия на кнопку включения до появления воды из оросителя, распылительного насадка или срыска ствола, в зависимости от выполняемой задачи.</i>	

Пожарная безопасность зданий и сооружений ТК обеспечивается выполнением требований ВСН 106-83 и действующих нормативных документов.

Характеристика помещений зданий и сооружений ТК по степени взрывопожарной и пожарной опасности производственных процессов и требования по оснащению помещений и сооружений системами предотвращения пожара и пожарной защиты приняты в соответствии с приложением № 4 ВСН 106 - 83 и ОНТП 24-86.

Согласно ВСН 106-83 помещения заправки КА, а также проведения работ с заправленным РБ и КА относятся к категории «А» по взрывопожарной опасности независимо от количества находящихся в них КРТ и возможности их попадания в помещения.

Анализ пожарной опасности технологических процессов, проводимых на рабочих местах в помещениях 101, 101А, 101Б, 101В монтажно-испытательного корпуса (площадка 32Т) показал, что в указанные помещения КРТ в открытом виде не поступают и пожароопасные смеси не образуются, вследствие чего эти помещения относятся к пожароопасным категории «В1».

Для обеспечения пожарной безопасности при реконструкции и дооборудовании существующих сооружений ТК реализованы следующие противопожарные мероприятия:

- применены несущие и ограждающие строительные конструкции с регламентированными пределами огнестойкости и пределами распространения огня по этим конструкциям;
- соблюдены рекомендованные размеры площади этажа между противопожарными стенами;
- электрооборудование и электропроводка, а также способы установки электрооборудования и прокладки электросетей выбраны в соответствии с требованиями «Правил установки электрооборудования»; предусмотрена огнезащитная обмазка кабельных потоков пастой ОПК;
- электросети оборудованы аппаратами защиты от токов короткого замыкания и перегрузок;
- обеспечены нормативные расходы воды на цели пожаротушения (внутренний и наружный противопожарные водопроводы);
- здания и сооружения оснащены первичными средствами пожаротушения (ручные и передвижные огнетушители порошкового, углекислотного и воздушно-пенного пожаротушения, пожарный инвентарь).

Для своевременного обнаружения и быстрой ликвидации пожара в помещениях сооружений ТК предусмотрена АСУПЗ, аналогичная системе, установленной в сооружениях СК.

Реконструированные сооружения 130 и 105 площадки 32Т оборудованы средствами автоматической и ручной пожарной сигнализации в соответствии с РД78-145-93 и СНиП 2.04.09-84, требования которых при строительстве в 60-70 годы отсутствовали.

Автоматическая пожарная сигнализация позволяет своевременно обнаружить очаг возгорания и передать сигнал о пожаре на стационарную аппаратуру. В качестве автоматических пожарных извещателей используются извещатели «ДИП-3», реагирующие на появление дыма в контролируемом помещении, световые пожарные извещатели «ИП329-2», определяющие очаг возгорания по ультрафиолетовому излучению. Вышеперечисленные

извещатели предназначены для установки в помещениях категорий П-I, П-II, П-Па, которым соответствуют помещения реконструированных сооружений ТК.

Ручная пожарная сигнализация позволяет обслуживающему персоналу передать сигнал о пожаре на стационарную аппаратуру при обнаружении возгорания.

В качестве ручных пожарных извещателей используются извещатели «ИПР», которые устанавливаются в сооружениях по пути следования персонала.

В качестве стационарного оборудования используется станция «ППС-3» на 60 номеров. Станция позволяет осуществлять прием и отображение сигналов от извещателей, контроль целостности шлейфа пожарной сигнализации, передачу общего сигнала тревоги и, при необходимости, сигналов по каждому шлейфу в пожарное депо и другие службы объекта.

Один комплект станции «ППС-3» установлен в сооружении 130 (МИК) для приема сигналов от извещателей, контролируемых помещения сооружения 130, другой комплект станции установлен в караульном помещении (сооружение 20) для приема сигналов от извещателей, устанавливаемых в сооружении 105, и общего сигнала из сооружения 130.

Общие сигналы о пожаре в сооружениях 105 и 130 передаются в пожарное депо.

Для обеспечения пожарной безопасности в сооружениях 105, 130 площадки 32Т используется система противопожарной защиты «СПЗ-68Р», состоящая из технической установки пожаротушения и первичных средств пожаротушения.

Технологические установки пожаротушения предназначены для автоматического обнаружения и тушения возможного очага пожара в «условно опасной зоне» сооружений 105 и 130.

Водопенные установки пожаротушения обеспечивают тушение пожара в «условно опасной зоне» сооружений 105 и 130 за счет подачи в эту зону

воздушно-механической пены низкой кратности в виде веерных струй. Технические характеристики данных установок представлены в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2

Тип установки	стационарный
Огнетушащее вещество	воздушно-механическая пена
Площадь (зона) сооружения, защищаемая установкой, $m^2$	не менее 150
Объем воды, $m^3$	не менее 200
Объем пенообразователя ПО-6К (ТУ 38-10740-82), $m^3$	не менее 12
Рабочее давление воды, МПа	0,9 + 0,1
Интенсивность подачи раствора пенообразователя при тушении пожара, $л/(с \cdot m^2)$	не менее 0,45
Кратность воздушно-механической пены	6-10
Инерционность *, с	не более 30
Кратность действия установки по тушению пожара	2
Напряжение питания переменным током частотой 50 Гц, В	380/220
Потребляемая мощность, кВт: – в дежурном режиме – в рабочем режиме	не более 205 не более 210
Вероятность безотказной работы в течение 72 часов	0,996
<i>Примечание: * - время от момента срабатывания средств обнаружения пожара до момента появления воздушно-механической пены из ближайшего пенного ствола.</i>	

Установки пожаротушения состоят из следующего технологического оборудования: насосные установки, расположенные в насосной станции; емкости для пенообразователя; смеситель; запорная арматура; трубопроводы; резервуар с водой, расположенный рядом с насосной станцией; стволы пенные, расположенные в защищаемой зоне залов сооружений 130; табло световое; сирены сигнальные; посты включения.

Принцип действия установок основан на обнаружении загорания в защищаемой зоне и подаче в неё воздушно-механической пены низкой кратности. При подаче пены происходит тушение пожара в связи с прекращением доступа кислорода атмосферы к пламени. При подаче воды происходит разбавление топлива до концентрации, при которой невозможно его воспламенение. Установки могут находиться в одном из следующих

режимов: хранения, дежурном, применения.

а) В режиме хранения установки находятся в защищаемых зонах работ с ДУ и характеризуются следующим положением оборудования:

- резервуар с водой заполнен до отметки «ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ»;
- емкости с пенообразователем заправлены;
- запорная арматура находится в положении закрыто;
- насосные установки отключены.

б) В дежурный режим установки переводятся с началом работ с ДУ в защищаемых зонах по команде руководителя работ. При этом работают две насосные установки, одна находится в резерве, открыт электровентиль на байпасном трубопроводе, напорный коллектор и трубопроводы до запорных электровентилей находятся под давлением воды.

в) В режим применения установки переводятся автоматически от датчиков пламени или дистанционно по команде руководителя работ.

При тушении воздушно-механической пеной закрывается электровентиль на байпасном трубопроводе, открывается электровентиль для подачи воды к смесителю, открываются запорные электровентили на напорных коллекторах. Воздушно-механическая пена от пенных стволов в виде веерных струй подается в защищаемую зону. Применение установок продолжается до окончательной ликвидации пожара.

Пожарная безопасность рабочих мест и технологического процесса заправки КА на ТК обеспечивается:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Предотвращение пожара достигается предотвращением образования горючей среды и (или) предотвращением образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Для предотвращения образования горючей среды предусмотрены и реализованы следующие мероприятия:

- оборудование рабочих мест МИК системой газового анализа по определению опасных концентраций горючего (НДМГ, гидразин) в воздухе, с выводом звукового и светового сигнала в помещение руководителя работ;

- оборудование аварийной системой вентиляции рабочего места в помещении 101А, исключающей образование пожароопасных и токсичных газовых примесей при проливах и обеспечением разрежения в помещении 101А по отношению к другим помещениям здания. В связи с тем, что помещение 101А является «чистым» помещением и в период работы в помещении системами вентиляции создается подпор воздуха, включение аварийной вентиляции производится автоматически от системы газового анализа и дистанционно из помещения руководителя работ;

- хранение генетронов вне сооружения 130 и доставка их на рабочее место заправки непосредственно перед началом заправочных операций;

- отсутствием на рабочих местах РН и РБ с наличием КРТ при заправке КА;

- применение мостовых кранов с необходимой грузоподъемностью, оборудованных механизмами, обеспечивающими передвижение тележки и крана микроскоростями, двумя тормозами и защелкой на крюке;

- проведение транспортировки и перегрузки аппаратов и изделий с КРТ в соответствии с требованиями мер безопасности, принятыми в ракетной технике на оборудовании, допущенном к проведению этих работ.

Для предотвращения образования в горючей среде источников зажигания предусмотрены и реализованы следующие мероприятия:

- применение машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания;

- применение электрооборудования (кранового хозяйства, освещения, проверочной аппаратуры, связи, сигнализации и т.д.), соответствующего

пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок;

- применение быстродействующих средств отключения электрооборудования при токах короткого замыкания и перегрузках, а также от системы газового анализа для невзрывозащищенного электрооборудования, размещенного во взрывоопасных зонах и взрывозащищенного электрооборудования, используемого при аварийных ситуациях;

- применение технологического оборудования, удовлетворяющего требованиям электростатической искробезопасности;

- устройство молниезащиты здания;

- применение инструмента, не дающего искру при работе.

Противопожарная защита достигается выполнением следующих мероприятий:

- применением быстродействующих автоматических установок водяного (дренчерного) пожаротушения на всех рабочих местах и в кабельном тоннеле, расположенном под помещением 101;

- оборудованием реконструированных помещений пожарной сигнализацией с выводом сигнала о пожаре руководителю работ, дежурному по сооружению, в караульное помещение, дежурному по штабу и пожарное депо;

- применением в помещениях с рабочими местами пожарных извещателей, срабатывающих на инфракрасное излучение пламени;

- оборудованием рабочего места в помещении 101А быстродействующей и эффективной системой смыва и сбора аварийных проливов, состоящей из поддонов под космические аппараты и генетроны, приемной емкости, соединяющих трубопроводов и оборудования смыва. Поверхность поддонов имеет уклоны, обеспечивающие слив проливов в приемную емкость по трубопроводам через устройства, препятствующие проникновению огня. Материалы и покрытия поддонов, пола и других конструкций, потенциально контактирующие с топливом, инертны и

несмачиваемы по отношению к НДМГ. Оборудование смыва включает в себя коллектор, обеспечивающий подачу воды на стол-подставку для космического аппарата и на поверхность поддона с целью смыва пролитого горючего и его разбавления. Отверстия для выпуска воды из коллектора ориентированы таким образом, чтобы обеспечивать орошение всей площади стола-подставки, конструкций ниже космического аппарата и всей площади поддона со сливом горючего к его краю, где расположены сливные отверстия. Запас воды пополняется с учетом объема емкости для сбора растворенного горючего. Расход воды составляет  $\sim 3$  л/с, время подачи не менее 30 мин. Пуск системы для смыва горючего осуществляется вручную из помещения руководителя работ и из зоны рабочего места помещения 101А;

- оборудованием помещений первичными средствами пожаротушения (огнетушителями) и внутренним противопожарным водопроводом, из расчета подачи трех струй с расходом воды не менее 5 л/с в каждую точку помещения. В качестве пожарных стволов для пожарных кранов используются пожарные стволы типа РСН-70 или РСНЗ-70 с расходом воды 7,4 л/с, при напоре 0,4...0,6 МПа и интенсивностью орошения распыленной струи 0,2 л/(с $\times$ м<sup>2</sup>);

- оборудованием здания наружным противопожарным водоснабжением в соответствии с требованиями строительных норм и правил;

- оборудованием рабочих мест системой телевизионного наблюдения непрерывного слежения за ходом технологических операций;

- оборудованием реконструированных помещений системой оповещения людей о возникновении пожара и других аварийных ситуаций, состоящей из световой, звуковой и речевой сигнализации;

- обеспечением помещений и здания нормативным количеством выходов и нормативного исполнения эвакуационных путей;

- оборудованием эвакуационных путей из помещения 101А водяной душирующей установкой для смыва КРТ;

- приостановлением на время проведения заправочных операций всех параллельных работ в здании, а также удалением персонала из здания. В зону заправки (помещение 101А) допускается только персонал, непосредственно принимающий участие в работе;

- обеспечением постоянного дежурства рядом со зданием пожарного автомобиля с пожарным расчетом не менее 5 человек (при проведении работ по заправке КА и его стыковке с РБ) с возможностью экстренной подачи воды из пожарных стволов, а также санитарного автомобиля с медперсоналом;

- обеспечением индивидуальными средствами защиты (ИСЗ) персонала, проводящего работы в здании.

Организационно-технические мероприятия включают в свой состав:

- организацию аварийно-спасательных команд, укомплектованных специальным оборудованием, инструментом и ИСЗ с постоянным дежурством при проведении работ;

- организацию обучения персонала правилам пожарной безопасности и действиям при пожаре и аварийных ситуациях;

- паспортизацию веществ, материалов, изделий, технологических процессов, а также разработку инструкций по производству работ в части обеспечения пожарной безопасности;

- разработку специального плана пожаротушения МИКа (сооружение 130) с учетом «Методических рекомендаций по разработке планов и карточек пожаротушения» (1 Управления ГУГПС МВД РФ, 1995 г.) и «Руководства по тушению пожаров на объектах ракетно-космической промышленности» (ВНИИПО МВД РФ, 1996 г.).

### Мероприятия по обеспечению взрывобезопасности.

Обеспечение взрывобезопасности на объектах наземной инфраструктуры космодрома «Плесецк», в основном сводится к предотвращению образования взрывоопасных сред, что достигается реализацией следующих решений:

- конструкция агрегатов и систем исключает возможность возникновения источника инициирования взрыва, в том числе, предотвращает попадание горюче-смазочных материалов на узлы и детали, находящиеся в среде кислорода;

- герметизацией емкостей, коммуникаций, магистралей;

- исключением возникновения повышенного (сверхдопустимого) давления в магистральных и емкостях путем постоянного контроля, а также применения предохранительных клапанов, настроенных на необходимый коэффициент расхода;

- использованием материалов, смазок и масел, удовлетворяющих требованиям совместимости со средой и между собой и являющихся инертными по отношению к компонентам топлива и их парам;

- предусмотрено снятие статического электричества;

- исключена возможность превышения допустимого напряжения в электроцепях путем установки в них различного рода предохранительных устройств.

### Мероприятия по снижению последствий чрезвычайных ситуаций природного характера.

Источником чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера является опасное природное явление или процесс, причиной возникновения которого может быть: землетрясение, оползень, наводнение, подтопление, сильный ветер, сильные осадки, заморозки, гроза и т.д.

Согласно приложению 5 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*» район расположения

космодрома «Плесецк» имеет следующие характеристики:

- IV снеговой район – нормативная нагрузка – 150 кгс/м<sup>2</sup>;
- I ветровой район – нормативная нагрузка – 23 кгс/м<sup>2</sup>;
- I гололедный район – толщина стенки гололеда 23 мм.

Все сооружения космодрома «Плесецк», в том числе и объекты наземной инфраструктуры, задействованные в проведении испытаний РКК 14К256, рассчитаны на максимально возможные нагрузки согласно требованиям нормативов на основе данных многолетних метеорологических наблюдений с учетом возможных неблагоприятных погодных явлений.

Активных опасных природных процессов (землетрясений, оползней, ураганов, смерчей и т.д.) в районе космодрома «Плесецк» в последние 40 лет не наблюдалось. Опасные геологические процессы, вызывающие необходимость дополнительной инженерной защиты сооружений и территории, отсутствуют. По причине близкого залегания известняков на территории космодрома имеют место карстовые процессы. Непосредственно на территории площадок, используемых при проведении испытаний РКК, карстовых явлений не выявлено. Затопление территории и подтопление фундаментов в случае ливневых дождей предотвращаются наличием бетонных отмостков вокруг сооружений и планировкой территории. Отведение поверхностных сточных вод с покрытия территории осуществляется за счет придания продольных и поперечных уклонов со сбросом воды в приемные канавы и кюветы с последующим отведением в пониженные места рельефа.

С целью защиты от грозových разрядов здания и сооружения оснащены системой защиты от разрядов атмосферного электричества согласно требованиям РД 34.21.122–87 «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений». Защита от заноса высокого потенциала по внешним коммуникациям решается путем присоединения их на вводе в сооружения к заземляющему устройству. С целью уравнивания потенциалов на сооружениях

строительные конструкции, трубопроводы, металлические корпуса оборудования присоединяются к заземляющим устройствам здания.

Мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций и уменьшению их негативного воздействия на окружающую среду.

Предупреждение аварийных ситуаций (АС), вызванных отказами систем, агрегатов на этапе подготовки РКК к испытаниям обеспечивается конструктивными и организационно-техническими мероприятиями, реализованными при рабочем проектировании и при разработке эксплуатационной документации, и включает в себя:

- введение многократного контроля различными должностными лицами наиболее ответственных операций при всех видах работ с РН;
- установку на всех агрегатах концевых выключателей;
- защиту систем изделия от статического электричества (введение обязательного заземления изделия на всех этапах подготовки РН);
- введение средств предупреждения обслуживающего персонала о возникшей неисправности (после заправки изделий компонентами топлива предусматривается контроль за температурой и давлением в баках изделия);
- оборудование помещений защитными системами: приборами газового контроля, приточно-вытяжной вентиляцией, системой пожаротушения, упорядоченным дренажом паров КРТ;
- размещение оборудования на безопасном расстоянии от изделия при заправке и сливе КРТ;

Реализация на ТК и СК конструктивных и схемных решений, максимально исключающих возможность создания аварийных ситуаций при ошибочных действиях обслуживающего персонала:

- пользование минимального количества разъёмных соединений в системах заправки и газоснабжения, обеспечение их герметичности;
- применение приборов и агрегатов, разъёмные соединения которых находятся в местах, удобных для доступа при их установке и обслуживании, а

также обеспечивает возможность их замены с минимальным демонтажем;

- выбор исполнений составных частей СК, исключающих возможность неправильной подстыковки разъёмных соединений электро-, пневмо-и гидрекоммуникаций технологического оборудования СК;

- использование предохранительных мембран, фильтров и автоматически закрывающихся заглушек;

- использование системы блокировок для исключения проливов горючего и КРТ при проведении операций заправки и отстыковки от заправочных горловин РН устройств стыковки коммуникаций;

- применение предохранительных клапанов отключающих подачу газов и КРТ в неисправные магистрали;

- проектирование и эксплуатация сосудов и трубопроводов в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03 и Правилами устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов ПБ 03-585-03.

К основным техническим решениям по смягчению воздействия аварийных ситуаций на окружающую среду относятся:

- оснащение помещений и сооружений объектов СК, задействованных при подготовке РКК, приборами газового анализа воздушной среды;

- оснащение газохода водяной системой обеспечивающей пожарную защиту нижней части РН и сооружения 1 созданием водяных завес в случае возгорания в сборнике газохода проливов компонентов топлива;

- обеспечение уровня газодинамических и тепловых нагрузок на РН в начальный период старта РН не выше допустимых значений, приведенных в ИД;

- оснащение СК системой водопенного пожаротушения, включающей в себя водопенную установку пожаротушения из четырех лафетных стволов с дистанционным приводом для ликвидации очагов пожара и смыва компонентов топлива при их аварийных проливах на нулевой отметке стартового сооружения;

- оснащение сооружений СК газовой системой противопожарной защиты, включающей в себя азотно-хладоновые установки пожаротушения, для ликвидации очагов пожара с автоматическим и дистанционным пуском в помещениях с категорией А по взрывопожарной и пожарной опасности.

Способы и мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций зависят от времени возникновения данной ситуации в технологической цепочке работ.

Ликвидация последствий данной ситуации (тушение, дезактивация и т.п.) решается организационно-техническими мероприятиями, проводимыми службами космодрома.

Если авария произошла в результате действия непреодолимых сил (природные катаклизмы, случайные несанкционированные воздействия), развитие ситуации будет зависеть от технологического этапа работ с РН, от этого будут зависеть и мероприятия по ликвидации последствий, которые проводятся службами космодрома.

В соответствии с требованиями нормативных документов объекты наземной инфраструктуры космодрома, задействованные в проведении испытаний РКК оборудованы системой оповещения о пожаре, а также авариях и чрезвычайных ситуациях.

Система включает в себя:

- речевое оповещение с помощью громкоговорителей (громкая связь);
- звуковое оповещение с помощью сирен (звонков громкого боя);
- установку у эвакуационных выходов зданий и сооружений световых указателей «ВЫХОД».

Управление системой производится дистанционно дежурным персоналом из помещений, в которых установлено стационарное оборудование пожарной сигнализации, контролирующее пожарную обстановку в помещениях зданий и сооружений.

Для вызова пожарных подразделений на объектах наземной инфраструктуры космодрома предусмотрены пожарная сигнализация, оповещение по прямой, внутренней и внешней автоматической телефонной связи, а также по дальней открытой связи.

#### **4. Предложения по мероприятиям производственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды**

Производственный экологический контроль и мониторинг окружающей среды можно разделить на несколько основных направлений, а именно:

- наблюдение за состоянием и изменением окружающей природной среды;
- оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов;
- обеспечение потребностей Заказчика и других заинтересованных сторон в достоверной информации о состоянии окружающей среды и её изменениях, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий таких изменений.

Под экологическим мониторингом следует считать локальный (импактный) мониторинг окружающей среды в районе расположения стартового комплекса (площадка 133) космодрома «Плесецк» и в районах падения ОЧ РН.

Наблюдение за состоянием компонентов природной среды осуществляется согласно разрабатываемой программой производственного экологического мониторинга при проведении испытаний РКК 14К256.

Программа производственного экологического мониторинга при проведении испытаний РКК 14К256 (далее – Программа ПЭМ) разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56063-2014 (Производственный экологический мониторинг. Требования к программам производственного экологического мониторинга).

В программе ПЭМ рассматриваются виды воздействий на окружающую среду, перечень загрязняющих веществ, которые нужно контролировать при проведении испытаний РКК 14К256 на космодроме «Плесецк». Представляется периодичность наблюдений, количество точек отбора проб компонентов природной среды и перечень отчетной документации о результатах ПЭМ.

#### 4.1 Контролируемые параметры при проведении производственного экологического мониторинга

Производственный экологический мониторинг при проведении испытаний РКК 14К256 осуществляется в районе расположения стартового комплекса (площадка 133) (рисунок 4.1.1) и в РП ОЧ РН.



*Рисунок 4.1.1 - Схема размещения площадки 133 (стартовый комплекс) в позиционном районе космодрома «Плесецк»*

В ходе анализа технологических процессов проведения испытаний комплекса были определены все возможные виды воздействий на данном этапе, а также процессы формирования воздействий на ОС, территории и компоненты природной среды подверженные негативному воздействию и соответствующие им загрязняющие вещества. Перечень контролируемых параметров приведен в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 - Перечень контролируемых параметров загрязняющих веществ при проведении испытаний комплекса

<b>Контролируемый параметр</b>	<b>Компонент природной среды</b>
НДМГ (1,1- диметилгидразин)	Воздух, почва, снег (при наличии), поверхностные воды (при наличии)
Нитраты	Почва, снег (при наличии), поверхностные воды (при наличии)
Нитриты	Почва, снег (при наличии), поверхностные воды (при наличии)
Водородный показатель (рН)	Почва, снег (при наличии), поверхностные воды (при наличии)

Перечень контролируемых параметров определён с учётом наличия загрязняющих веществ, образующихся в результате пуска РН при проведении испытаний РКК.

#### **4.2 Выбор оборудования и методов анализа (исследования) для осуществления производственного экологического мониторинга**

Выбор оборудования и методов инструментального контроля при проведении производственного экологического мониторинга осуществляется в приоритетном порядке с учетом следующих критериев:

- пригодность выбранной методики в данной ситуации;
- доступность необходимого оборудования;
- стоимость анализа;
- чувствительность метода;
- продолжительность отбора проб и их количественного химического анализа.

Метрологическое обеспечение контроля загрязнения окружающей природной среды (атмосферы, гидросферы, почвы) устанавливается в соответствии с ГОСТ Р 8.589-2001 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения».

Применяемые для определения загрязнения атмосферного воздуха средства измерения должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений и поверены в установленном порядке.

Методики измерений концентраций загрязняющих веществ в компонентах ПС должны быть метрологически аттестованы и в установленном порядке допущены к применению уполномоченным федеральным органом.

Методы анализа (исследования) и ПДК контролируемых загрязняющих веществ для почвы, воды и воздуха приведены в таблицах 4.2.1-4.2.3.

Таблица 4.2.1 - Методы анализа и ПДК контролируемых загрязняющих веществ в почве

Вещество	Диапазон определяемых концентраций	ПДК, мг/кг	Класс опасности	Метод анализа
НДМГ	0,05 – 0,5 мг/кг	0,1	1	МУК 4.1.056-16
Нитраты	2,5-1000 мг/кг	130	3	ПНД Ф 16.1:2:2.3:2.2.69-10
Нитриты	5,0 – 1000,0 мг/кг	-	-	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99
рН	1-14 единицы рН	-	-	ГОСТ 26483-85

Таблица 4.2.2 - Методы анализа и ПДК контролируемых загрязняющих веществ в воде

Вещество	Диапазон определяемых концентраций	ПДК/ ОДУ, мг/л	Класс опасности	Метод анализа
НДМГ	(от 0,2 до 5000) мг/дм <sup>3</sup>	0,00006	1	РД 52.18.579-97
Нитраты	(0,010 - 0,300) мг/дм <sup>3</sup>	45	3	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99
Нитриты	(0,010 - 0,250) мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2	ПНД Ф 14.1:2:4.157-99
рН	1-14 единицы рН	-	-	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97

Таблица 4.2.3 - Методы анализа и ПДК контролируемых загрязняющих веществ в воздухе

Вещество	Диапазон определяемых концентраций	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Метод анализа
НДМГ	(0,05 – 4) мг/м <sup>3</sup>	0,1	1	Газоанализатор «Drager X-am 5100»; Индикаторная трубка «Гептил», ЗАО «НПФ «СЭРВЕК»

Характеристики методического обеспечения и технических средств отбора проб компонентов природной среды приведены в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.4 - Характеристики методического обеспечения и технических средств отбора проб

№ пп	Контролируемые показатели	Методика отбора пробы	Используемое оборудование
<b>1. Почвы</b>			
1	НДМГ	ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»  ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа»	Лопата штыковая, мешочки полотняные, пакетные полиэтиленовые или бумажные, полиэтиленовые шпатели, коробки картонные, бумага крафт, этикетки, рулетка 10м, бумажный скотч, ГЛОНАСС/GPS приемник.
2	Нитраты		
3	Нитриты		
4	рН		
<b>2. Снег</b>			
1	НДМГ	РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»	Лопата укороченная титановая, полиэтиленовый совок,
2	Нитраты		
3	Нитриты		

4	pH	ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков»	перчатки, полиэтиленовые пакеты, 30л, полиэтиленовое ведро, рулетка 10м., бумажный скотч, ГЛОНАСС/GPS приемник.
<b>3. Поверхностная вода</b>			
1	НДМГ	ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»	Бутылки с закручивающимися крышками, узким и широким горлом, бутылки с пробками из стекла или полимерных материалов (коричневого цвета), тара (контейнер, коробка, ящик, бутылки и т.д.) для перевозки проб, шнур для открытия бутылки на глубине. ГЛОНАСС/GPS приемник.
2	Нитраты	ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков»	
3	Нитриты	Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод»	
8	pH		
<b>4. Атмосферный воздух</b>			
1	НДМГ	Инструкция по эксплуатации индикаторных трубок на определение содержания НДМГ (гептила) в атмосферном воздухе. ЗАО «НПФ «СЭРВЕК»	Газоанализатор «Drager X-am 5100»; прибор химической разведки войсковой (ВПХР); индикаторная трубка «Гептил», ГЛОНАСС/GPS приёмник.

В качестве стационарного оборудования для анализа проб используется оборудование аккредитованных лабораторий.

### **4.3 Выбор точек отбора проб, отбор проб при проведении работ по производственному экологическому мониторингу**

Точки отбора проб компонентов природной среды выбираются с учетом особенностей местности и по результатам рекогносцировки: возможности доступа и других ограничивающих факторов.

Все точки отбора необходимо располагать в непосредственной близости от площадки 133 или места падения ОЧ РН.

Кроме того, необходимо учитывать миграционную способность загрязняющих веществ, очевидно, что загрязнение почвы и водных объектов в штатном режиме проведения пусков будет происходить путем переноса с воздушными массами и осадением на земную поверхность.

Порядок отбора проб почвы:

1. После прибытия на место отбора проб необходимо определить координаты площадки для отбора проб при помощи ГЛОНАСС/GPS приемника.

2. Определить с помощью анемометра температуру воздуха, скорость и направление ветра.

3. На площадке отбирается одна объединённая проба почвы, состоящая из нескольких точечных проб. Форма площадки, с которой берется объединённая проба, должна быть квадратной (10м x 10м). Точечные пробы берутся методом конверта по четырем углам и в центре площадки. Точечные пробы отбираются массой не более 200 г каждая. С учетом того, что масса объединённой пробы должна быть не менее 1 кг.

4. Объединенную пробу помещают в полиэтиленовый пакет. Этикетку с идентификационным номером объединённой пробы наклеивают скотчем с наружной стороны пакета с пробой. Также допускается запись информации об отборе пробы водостойким маркером на бумажном скотче, заранее приклеенном на пакет. После этого берутся оставшиеся точечные пробы аналогичным способом.

5. Все отобранные пробы должны быть пронумерованы. На каждую пробу составляется акт отбора проб почвы.

6. Хранение проб почвы должно осуществляться в прохладном месте не более 4 суток при температуре от 4°C до 5°C.

7. В процессе транспортировки и хранения проб почвы должны быть приняты меры по предупреждению возможности загрязнения проб.

8. Транспортировка проб должна осуществляться любым разрешенным видом транспорта, обеспечивающим сохранность проб и их быструю доставку.

9. Транспортировка должна быть организована таким образом, чтобы исключить перегрев и переохлаждение проб.

10. При поступлении проб в лабораторию их регистрируют по принятой в лаборатории форме и присваивают каждой пробе код, который сопровождает пробу по всей процедуре пробоподготовки и анализа.

Порядок отбора проб снега:

1. После прибытия на место отбора проб необходимо определить координаты площадки для отбора проб при помощи ГЛОНАСС/GPS приемника.

2. Определить с помощью анемометра температуру воздуха, скорость и направление ветра.

3. В месте отбора проб отбирается одна точечная проба снега.

4. Точечную пробу отбирают на глубину залегания снега до твердой подложки, при этом включения подложки (грунт, растительные фрагменты и др. инородные включения) не должны попадать в пробу. Отобранную точечную пробу снега помещают в двойной полиэтиленовый пакет. Этикетку с идентификационным номером точечной пробы укладывают между пакетами или наклеивают скотчем с наружной стороны упаковки. Также допускается запись информации об отборе пробы водостойким маркером на бумажном скотче, заранее приклеенном на пакет.

5. Масса пробы должна быть в пределах 1-1,5кг с условием получения общего объема одной объединённой пробы не менее 0,5 литра талой воды. Разрешается уплотнение снега в пакете через полиэтиленовую плёнку.

6. Отобранную точечную пробу необходимо доставить в помещение. Проба пересыпается из пакета в полиэтиленовое ведро исходя из объёма ёмкости. Пробу снега переводят в талую воду при комнатной температуре.

7. Талая вода переливается в бутылку из полимерного материала с помощью воронки. На бутылку наклеивается этикетка с номером точечной пробы.

8. После получения талой воды полиэтиленовое ведро и воронку необходимо промыть водой с использованием поверхностно активных веществ (моющих средств) и вытереть насухо.

9. Все отобранные пробы должны быть пронумерованы. На каждую пробу составляется акт отбора проб снега.

10. Емкости (бутылки) при транспортировке должны быть упакованы в тару, обеспечивающую их сохранность.

11. Хранение проб снега (талой воды) должно осуществляться в прохладном месте не более 7 суток.

12. В процессе транспортировки и хранения проб снега (талой воды) должны быть приняты меры по предупреждению возможности загрязнения проб.

13. Транспортировка проб должна осуществляться любым разрешенным видом транспорта, обеспечивающим сохранность проб и их быструю доставку.

14. Транспортировка должна быть организована таким образом, чтобы исключить перегрев и переохлаждение проб.

15. При поступлении проб в лабораторию их регистрируют по принятой в лаборатории форме и присваивают каждой пробе код, который сопровождает пробу по всей процедуре пробоподготовки и анализа.

Порядок отбора проб поверхностных вод:

1. После прибытия на место отбора проб необходимо определить координаты площадки для отбора проб при помощи ГЛОНАСС/GPS приемника.

2. После прибытия на место отбора проб необходимо определить с помощью анемометра температуру воздуха, с помощью термометра температуру воды.

3. В каждом водоеме отбирается одна проба. Точечная проба характеризует состав воды в данное время в данном месте. Её получают однократным отбором требуемого количества воды.

4. Отбор точечной пробы производится на глубине от 20 до 30 см от поверхности воды. Для отбора закрытая бутылка опускается под воду. На заданной глубине открывается крышка и набирается полный объем емкости (0,5 литра).

5. Перед закрытием бутылки пробкой слой воды сливается так, чтобы под пробкой оставался небольшой слой воздуха.

6. На бутылку наклеивается этикетка с номером пробы. Допускается надпись водостойким маркером непосредственно на бутылке.

7. Все отобранные пробы должны быть пронумерованы. На каждую пробу составляется Акт отбора проб воды.

8. Емкости (бутылки) при транспортировке должны быть упакованы в тару, обеспечивающую их сохранность.

9. Для подготовки отобранных проб к хранению проводится охлаждение (замораживание). Замораживание проб проводится до температуры  $-20^{\circ}\text{C}$ . Хранение проб должно осуществляться не более 1 месяца.

10. При хранении и транспортировке проб необходимо соблюдать следующие условия:

- транспортировка проб должна осуществляться любым разрешенным видом транспорта, обеспечивающим сохранность проб и их быструю доставку;

- транспортировка должна быть организована таким образом, чтобы исключить перегрев и переохлаждение проб;

- в процессе транспортировки и хранения проб должны быть приняты меры по предупреждению возможности загрязнения проб.

11. При поступлении проб в лабораторию их регистрируют по принятой в лаборатории форме и присваивают каждой пробе код, который сопровождает пробу по всей процедуре пробоподготовки и анализа.

Порядок экспресс-анализа атмосферного воздуха:

1. После прибытия на место отбора проб необходимо определить координаты площадки для отбора проб при помощи ГЛОНАСС/GPS приемника.
2. Определить с помощью анемометра температуру воздуха, скорость и направление ветра.
3. Вынуть из кассеты индикаторную трубку (ИТ), вскрыть концы ИТ сделав надрез конца ИТ с помощью ножа, размещенного на насосе.
4. Вставить надрезанный конец ИТ в одно из углублений на торце насоса для обламывания и обломать его, нажав на трубку.
5. Индикаторную трубку вставить немаркированным концом в насос и прокачать воздух (50-60 качаний насосом).
6. Сравнить окраску наполнителя трубки с окраской, изображенной на кассетной этикетке.

#### **4.4 Отображение и документирование результатов мониторинга**

Наилучшее представление экологической информации достигается с помощью введения геоинформационных документальных форм, когда тематическая картографическая основа дополняется табличными и графическими данными.

На карте-схеме отображают расположение района проведения работ при проведении пусков РН, площадки, точки отбора проб компонентов ПС с их координатами, населенные пункты, капитальные строения, объекты инфраструктуры и жизнеобеспечения (при наличии).

Отбор проб оформляют Протоколом/Актом, с обязательным подписанием документа всеми участниками пробоотбора. Протокол/Акт отбора проб должен составляться непосредственно в момент пробоотбора.

#### **4.5 Периодичность мониторинговых наблюдений**

Исходя из специфики проведения пуска РКН «Рокот» периодичность мониторинга необходимо установить отдельно для каждого этапа работ:

1. Для оценки состояния ОС до пуска РН пробы отбираются один раз за 1-3 суток до проведения пуска РН.

2. Для оценки состояния ОС после пуска РН пробы отбираются один раз в течение 1-2 суток после пуска РН.

#### **4.6 Порядок слепопроектного анализа и корректировки программы ПЭМ**

Полученные в результате производственного экологического мониторинга данные переносятся на технические носители в соответствии с процедурами, принятыми в компании, лаборатории или организации, отвечающей за осуществление мониторинга.

В процессе реализации программы ПЭМ головное предприятие – разработчик комплекса проводит её анализ и вносит в неё изменения в случаях:

- проведения доработок комплекса и составных частей, оказывающих влияние на экологическую безопасность;
- изменения в технологических процессах подготовки комплекса;
- недостаточности инструментальных технических средств контроля или недостаточной точности получения результатов мониторинговых наблюдений;
- изменения конструктивных, весовых и геометрических характеристик комплекса;
- отведения новых трасс полёта и районов падения.

Внесение изменений в программу ПЭМ проводится по решению головного предприятия – разработчика комплекса.

#### **4.7 Ответственность по результатам ПЭМ**

По результатам проведения производственного экологического мониторинга оформляется отчет. Отчет о результатах производственного экологического мониторинга при проведении испытаний РКК 14К256 должен содержать следующие разделы:

- цель и задачи проведения производственного экологического мониторинга;
- порядок проведения работ по производственному экологическому мониторингу;
- климатические условия при проведении работ по отбору проб компонентов ПС;
- расположение точек отбора проб компонентов ПС, перечень контролируемых показателей;
- информация по методическому и материально-техническому обеспечению;
- анализ результатов производственного экологического мониторинга.

К отчету должны быть приложены:

- акты отбора проб компонентов ПС;
- протоколы лабораторных испытаний;
- аттестат аккредитации экоаналитической лаборатории.

Отчет предоставляется Заказчику, другим организациям и экологическим службам отчет представляется по решению Заказчика.

#### **4.8 Порядок проведения производственного экологического мониторинга при возникновении аварийной ситуации**

В случае аварийной ситуации (аварийного пуска), необходимо проведение непосредственных наблюдений на месте аварийной ситуации за фактическим состоянием загрязнения компонентов природной среды. При возникновении аварийной ситуации решение о проводимых мероприятиях, в том числе и по мероприятиям исследования (контроля) состояния окружающей среды принимает специально созданная комиссия, в которую также включаются специалисты группы экологического обследования по обеспечению экологической безопасности и для проведения экологического обследования района аварии ракеты при пуске.

В случае возникновения аварийной ситуации (аварийного пуска) выполняются следующие типовые мероприятия:

- получение информации об аварийной ситуации;
- перевод сил и средств НПП в повышенную готовность;
- оповещение, сбор и проведение заседания специальной комиссии;
- планирование и определение порядка производственного экологического мониторинга фактического состояния ОС;
- расчет сил и средств НПП;
- проверка наличия и состояния средств защиты и оснащения НПП;
- организация работ по предварительной оценке загрязнения ОС;
- выполнение работ по инструментальной оценке состояния компонентов ПС;
- анализ результатов инструментальной оценки состояния компонентов ОС;
- оформление заключения об экологической обстановке и предложений по устранению последствий загрязнения ОС (при необходимости).

Производственный экологический мониторинг в случае возникновения аварийной ситуации (аварийного пуска) изделия комплекса «128» осуществляется проведением следующих мероприятий:

- направление в район падения фрагментов изделия специалистов для предварительной оценки загрязнения компонентов ПС;
- проведение экспресс-анализа атмосферного воздуха на содержание ЗВ (НДМГ, оксиды углерода, оксиды азота, сажа).
- отбор проб почвы, снега (при наличии), поверхностных вод (в случае наличия в районе падения водных объектов) для определения концентраций ЗВ (НДМГ, нитраты, нитриты, pH).
- определение концентрации ЗВ в отобранных пробах (КХА проб);
- анализ результатов проведенной инструментальной оценки и определения влияния последствий аварийной ситуации на окружающую среду;

- оформление материалов (заключений) в случае возникновения аварийной ситуации с РКК и предложений по устранению последствий загрязнения компонентов природной среды (при необходимости);

- проведение нейтрализации проливов и фрагментов, детоксикации грунта (при необходимости).

#### **4.9 Мониторинг в РП ОЧ РН**

Работы по оценке загрязнения места падения отделяющейся части в районе падения целесообразно проводить по следующей схеме:

- обнаружение ОЧ;
- картирование результатов визуального и инструментального обследования места падения ОЧ;
- отбор проб компонентов окружающей среды для последующего лабораторного исследования;
- стационарные лабораторные исследования отобранных проб;
- составление отчетного документа, занесение результатов обследования в базу данных;
- разработка рекомендаций по очистке места падения ОЧ (при необходимости), предложений по снижению экологической нагрузки на ОПС.

Поиск упавших ОЧ РН в РП осуществляется методом последовательного прохождения вертолета над районом прогнозируемого падения ОЧ в прямом и обратном направлениях со смещением на ширину полосы устойчивого обзора подстилающей поверхности. Высота и скорость полета определяется исходя из погодных условий и условий видимости. Экипаж и рабочая группа осуществляют непрерывные визуальные наблюдения, в том числе с использованием оптических средств.

## **Резюме нетехнического характера**

РКК 14К256 предназначен для одиночного и группового выведения широкой номенклатуры КА на низкие, средние и высокоэллиптические орбиты (в том числе полярные, приполярные и солнечно-синхронные).

Целью реализации планируемой деятельности является использование модернизированного РКК «Рокот» с модернизированной РКН «Рокот» для обеспечения запусков космических аппаратов (КА).

Обеспечение экологической безопасности РКК основывается на:

- опыте многолетней успешной эксплуатации блока ускорителей МБР РС-18 и наземного оборудования;
- анализе безопасности и разработке мер безопасности для нового и дорабатываемого оборудования;
- анализе безопасности на всех стадиях жизненного цикла РН и КА от эскизного проектирования до эксплуатации;
- подготовке и обучении обслуживающего персонала мерам безопасности при наземной отработке и штатной эксплуатации комплекса.

Как любой объект ракетно-космической техники РКК 14К256 оказывает определенное негативное воздействие на окружающую среду (ОС). При этом основное воздействие на ОС происходит:

- при подготовке к испытаниям РКК;
- при старте и полете РКН;
- при падении ОЧ РКН в отведенных районах падения.

Основными этапами технологического цикла наземной подготовки, на которых происходит воздействие на ОС, являются работы на пл. 133 (пусковая площадка стартового комплекса), 32Т (технический комплекс) и 151А (заправочно-нейтрализационная станция).

Основными видами возможного негативного воздействия на ОС при подготовке к испытаниям РКК являются:

- химическое загрязнение атмосферного воздуха;

- химическое загрязнение поверхностных и подземных вод;
- химическое загрязнение почвенно-растительного покрова;
- акустическое воздействие на окружающую среду.

Основными видами возможного негативного воздействия на ОС при старте и полете РКН «Рокот» являются:

- химическое загрязнение атмосферы;
- воздействие на озоновый слой Земли;
- акустическое воздействие на окружающую среду в районе старта;
- тепловое воздействие;
- электромагнитное воздействие;
- воздействие на ОКП.

Основными видами возможного негативного воздействия на ОС при падении отделяющихся частей РКН «Рокот» в морских акваториях являются:

- негативное воздействие на ледовый покров морских акваторий;
- негативное воздействие на морских млекопитающих и птиц;
- химическое воздействие на арктическую гидробиоту.

Радиоактивного воздействия на окружающую среду ракета-носитель «Рокот» с разгонным блоком «Бриз-КМ» не оказывают, ввиду отсутствия в составе РН и РБ радиоактивных материалов и веществ.

Воздействие на окружающую среду при подготовке к испытаниям РКК:

#### 1. Воздействие на атмосферный воздух.

По результатам расчета рассеивания превышение ПДК<sub>мр</sub> наблюдается только на территории технических площадок, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям, и не затрагивает ближайшие населенные пункты. Учитывая удаленность ТК, СК и ЗНС от населенных пунктов максимальные приземные концентрации на границе ближайшей жилой застройки не будут превышать ПДК.

Учитывая режим работы источников загрязнения, продолжительность цикла подготовки комплекса к испытаниям, а также результаты проведенных

расчетов, можно сделать вывод, что наземная подготовка комплекса оказывает локальное, незначительное и непродолжительное воздействие на загрязнение приземного слоя атмосферы в районе расположения площадок, задействованных при подготовке комплекса к испытаниям.

## 2. Воздействие на поверхностные и подземные воды.

Воздействие на поверхностные воды при наземной подготовке комплекса к проведению испытаний на космодроме «Плесецк» оказывается за счет потребления воды на бытовые нужды и сброса хозяйственно-бытовых вод.

Попадание загрязнённых вод в водные объекты района размещения космодрома «Плесецк» при подготовке комплекса исключено.

## 3. Воздействие на почвенно-растительный покров.

Химическое загрязнение почвенно-растительного покрова при подготовке РКК к испытаниям в районе расположения технического и стартового комплексов расположенных на территории космодрома «Плесецк» возможно в тех случаях, когда загрязняющие вещества от источников выбросов, расположенных на ТК и СК, поступают в почвенный покров из атмосферных выпадений, и далее депонироваться почвой, образуя в верхнем гумусовом горизонте локальные (точечные) очаги загрязнения

Непосредственного механического воздействия на почву при подготовке комплекса к испытаниям не оказывается, так как при этом не предусматривается проведение вскрышных, шахтных и других видов работ, способных нарушить целостность почвенного покрова. Для подготовки и проведения испытаний комплекса используются имеющиеся специализированные площадки космодрома с бетонным или асфальтированным покрытием.

## 4. Акустическое воздействие на окружающую среду.

При наземной подготовке РКК источниками шума являются:

- средства транспортирования и подвижные транспортные средства;
- агрегаты нейтрализации паров и промстоков КРТ;

– дизельные электростанции (агрегаты).

Для оценки шумового воздействия был произведен расчет уровней звука относительно нормируемых областей – территории жилой застройки в ближайших населенных пунктах – согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

По результатам расчета превышений нормативов не наблюдается уже на границе площадок 133 и 32Т. Таким образом, акустическое воздействие при подготовке РКК к испытаниям можно считать допустимым.

Результаты натурных измерений показали, что уровень шумового воздействия при наземной подготовке РКК находится в пределах допустимых значений.

Воздействие на окружающую среду при пуске РКН «Рокот»:

1. Воздействие на атмосферный воздух.

Оценка уровня воздействия старта и полета РКН «Рокот» на приземный слой атмосферы показывает, что при старте РКН «Рокот» на расстояниях менее 100 м от пускового стола в течение 30-50 секунд с момента старта возможно превышение ПДК<sub>МР</sub> для двуокиси азота и для оксида углерода. Однако при самых неблагоприятных метеорологических и сезонных условиях уже через 16 минут с момента старта РН концентрация двуокиси азота не превысит ПДК<sub>МР</sub> на расстоянии 2 км от места старта, а через 16 минут концентрация окиси углерода не превысит ПДК<sub>МР</sub> на расстоянии 1 км.

При старте РКН «Рокот» уровень кислотности атмосферных водяных паров  $pH \leq 2$  при старте РКН «Рокот» может наблюдаться в течение порядка 12 минут на расстояниях до 2 км от места старта, уровень кислотности атмосферных водяных паров  $pH \leq 3$  - в течение 25 минут на расстояниях до 3,6 км от места старта.

2. Воздействие на озоновый слой.

Непосредственное воздействие запусков РКН «Рокот» на разрушение озонового слоя носит локальный и непродолжительный характер. Разрушение озона при пуске РКН «Рокот» незначительно и не может ухудшить

экологическую обстановку в районе расположения космодрома и вдоль траектории выведения РН.

Максимальный радиус зоны с содержанием озона менее 90% от фонового значения на высотах максимума озонного слоя при пуске РН не превышает 150 м. При этом зона заполняется окружающим озоном за 15-30 мин. Локальное уменьшение общего содержания озона в вертикальном столбе атмосферы при одиночном пуске РКН «Рокот» не превышает 5...8%, вызванные этим всплески потока УФ-излучения не обнаружимы на фоне естественных вариаций. Концентрация озона восстанавливается до нормальной в течение суток: восстановление озона начинается через 20 мин после полета РН, через 3 часа содержание озона в центре бывшей струи продуктов сгорания топлива близко к 90% от фонового значения.

Максимальная оценка относительного уменьшения озона от единичного пуска РКН «Рокот» с учетом глобальных процессов в атмосфере составляет 0,0004%. При этом суммарная масса озона, уничтоженного в факеле ракетного двигателя и в головной ударной волне, возникающей при полете РН, в зоне максимальной концентрации атмосферного озона (20-30 км) оценивается величиной около 590 г.

### 3. Тепловое воздействие на окружающую среду.

Образованная при старте РКН «Рокот» тепловая волна характеризуется радиусом до 100 м в непосредственной близости от СК. Продолжительность такого воздействия не превышает нескольких секунд и прекращается без последствий после старта РН.

При полете РКН «Рокот» выделяется тепловая энергия, примерно равная  $6,37 \cdot 10^5$  МДж.

Тепловое воздействие на окружающую среду при пуске и полете РКН «Рокот» является локальным и кратковременным, а уровень воздействия – незначительным.

### 4. Акустическое воздействие на окружающую среду.

Уровень акустического воздействия РКН «Рокот» на ОС при старте не превышает установленных требованиями нормативов.

Акустическое воздействие на ОС при старте РКН является локальным и непродолжительным. В окрестности стартовой площадки в первые секунды с момента запуска РКН «Рокот» уровни эквивалентного звукового давления достигают величин ~120 дБА. Максимальное расстояние от места старта, на котором будет наблюдаться уровень акустического давления выше 30 дБ (фоновый шум), составит не более 5,7 км (при времени воздействия порядка 30 с). При этом максимальное время акустического воздействия на ОС, превышающего фоновый уровень в районе старта, составит порядка 40-50 с.

#### 5. Электромагнитное воздействие на окружающую среду.

Источниками электромагнитного воздействия на ОС в районе размещения космодрома «Плесецк» при проведении испытаний РКК являются радиотехнические системы траекторных измерений типа «Кама», расположенные на измерительных пунктах космодрома. Проведенные расчеты показывают, что уже на расстояниях порядка 4 км плотность потока мощности электромагнитного излучения от РТС убывает до предельно допустимого для населения уровня ( $10^{-6}$  Вт/см<sup>2</sup>).

#### 6. Воздействие на околоземное космическое пространство.

Число наблюдаемых фрагментов «космического мусора» в настоящее время достигает 8000, изменение общей популяции частиц за один пуск РКН «Рокот» составит 0,01%, т.е. малую величину, сопоставимую с темпом вымывания «космического мусора» из ОКП в результате аэродинамического торможения и последующего сгорания в верхних слоях атмосферы Земли.

Уровень воздействия на ОКП при заявленных темпах пусков РКН «Рокот» является незначительным и сопоставим с темпом вымывания «космического мусора» из ОКП в результате аэродинамического торможения и последующего сгорания в верхних слоях атмосферы.

Воздействие ОЧ РКН «Рокот» на окружающую среду:

Районы падения ОЧ РН расположены в акваториях Баренцева моря, Северного Ледовитого океана и моря Баффина.

Существенным фактором снижения негативного экологического воздействия запуска РКН «Рокот» на окружающую среду является выбор районов падения ОЧ РН в безлюдных районах, каковыми являются акватории морей.

Возможные негативные экологические последствия падения ОЧ РКН «Рокот» в акватории морей определяются следующими факторами техногенного воздействия:

- механическое (ударное) воздействие отделяющихся ступеней ракеты-носителя (или их не полностью сгоревших в атмосфере фрагментов) и створок головного обтекателя РН при падении в воду, на снежно-ледовый покров;
- химическое воздействие на биоту компонентами ракетного топлива и продуктов их распада, как в окружающей среде, так и метаболитов в живых организмах.

Аварийные и нештатные ситуации при проведении испытаний РКК:

Негативные последствия аварийных и нештатных ситуаций, возникающих при эксплуатации РКК, обусловлены, в первую очередь, использованием химически активных, токсичных и пожароопасных КРТ.

При этом в некоторых случаях возникновение аварийных и нештатных ситуаций влечет за собой интенсивное воздействие на средообразующие компоненты: загрязнение атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод токсичными веществами, термическое воздействие на почву, растительность и народнохозяйственные объекты, разрушение атмосферного озона, выпадение

кислотных дождей и т.д. К таким аварийным и нештатным ситуациям можно отнести следующие:

- разгерметизация баков РН или РБ, заправленных КРТ, на СК и в полете;
- аварийное падение РН по траектории выведения.

Однако необходимо отметить малую вероятность таких событий. Так, расчетная оценка вероятности разгерметизации одной из систем («О» или «Г») при эксплуатации РКК на СК, ТК и ЗНС составляет для:

- РКН «Рокот» -  $10^{-4}$ % в год;
- РБ «Бриз-КМ» -  $10^{-4}$ % в год.

Падение аварийной РН на Землю, согласно накопленной в настоящее время статистике, может происходить с частотой 1 раз за 15...20 лет при интенсивности пусков 15...20 в год.

С целью снижения риска гибели людей, проживающих вдоль трассы выведения РКН «Рокот», предусмотрено введение запрета на выработку команды «Аварийное выключение двигателя» при возникновении аварийной ситуации в моменты возможного падения РН на населенные пункты.

Таким образом, в ходе выполнения оценки воздействия на окружающую среду выявлено, что проведение испытаний РКК на космодроме «Плесецк» с соблюдением надлежащих мер предосторожности, безопасности и норм действующего природоохранного законодательства РФ, не окажет существенного влияния на окружающую среду. Воздействие единичных пусков ракет-носителей на окружающую среду локально, разнесено по времени на длительный период и не носит необратимого характера.

Проведение испытаний РКК 14K256 на космодроме «Плесецк» представляется допустимым.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 28.12.2017) «Об экологической экспертизе».
2. Заключение экспертной комиссии государственной экологической экспертизы проекта «Космический ракетный комплекс «Рокот», утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.02.2007 г. №62.
3. Приказа Минприроды России от 01 декабря 2020 года N 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду».
4. Экологические аспекты воздействия компонентов жидких ракетных топлив на окружающую среду. Материалы научно-практической конференции 19-22 сентября 1995 г. - С.-Пб.: РНЦ «Прикладная химия», 1996.
5. Панова Г.Г. Влияние компонентов ракетного топлива на почвенно-растительную систему / Автореферат дис. канд. биол. наук – С.-Пб.: Агрофизический НИИ, 1997.
6. Богдановский Г.А. Химическая экология: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1994.
7. Ключников В.Ю. и др. Оценка воздействия космического ракетного комплекса «Рокот» на окружающую природную среду - КБТМ, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 1998.
8. Карачун В. В., Мельник В. Н. Основные причины шума ракет-носителей // [http://www.rusnauka.com/7\\_NND\\_2009/Tecnic/42755.doc.htm](http://www.rusnauka.com/7_NND_2009/Tecnic/42755.doc.htm).
9. Материалы инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу площадок 121, 132, 133 (в/ч 71509) - М. АО «Трансрэс». 1994.
10. Выбросы продуктов сгорания топлив ракетных двигателей при пусках ракет и их воздействие на озоновый слой Земли, НТО № 9252-1501-91-21, ЦНИИМаш, 1991.

11. Трусов Б.Г. Моделирование химических и фазовых равновесий при высоких температурах (инструкция по использованию программного продукта «Астра-4») - М. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1991.
12. НТО № 851-4711-99-6500-01 о НИР «ЭКОС-Н2». Развитие программно-методического обеспечения по определению выбросов вредных веществ в атмосферу при полете ракет. Проведение расчетов и подготовка разделов экологических паспортов по выбросам вредных веществ на существующие и перспективные ракеты-носители – г. Королев: ЦНИИМАШ – 1999.
13. «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Приказ Минприроды России №273 от 06.06.2017.
14. НТО №851-0817/02-03-2002-6500-01. Разработка проекта методики по определению выбросов в атмосферу продуктов сгорания РН. Разработка проекта методики по определению воздействий на озоновый слой пусков РН. НИР «ОВОС-АТ», ЦНИИмаш, 2002г.
15. Ю.В. Алешин, Т.В. Горская. Проблемы декларирования безопасности промышленных объектов. Государственная экспертиза проектов МЧС России. Сборник докладов и выступлений шестой всероссийской научно-практической конференции «Управление рисками чрезвычайных ситуаций». М. 2001г.
16. Пономаренко В.К. Ракетные топлива – С.Пб.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1995г.
17. Хорват Л. Кислотный дождь – М.: Стройиздат, 1990.
18. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2022 год», г. Архангельск, 2023г.
19. Методика оценки последствий аварий на пожаро-взрывоопасных объектах – М.:ВНИИ ГОСЧ, 1994.
20. Временное методическое пособие по выявлению и оценке химической обстановки при разрушении (аварии) производств, содержащих сильнодействующие ядовитые вещества - М.:ВАХЗ им. С.К. Тимошенко, 1987.

21. Маршалл В. Основные опасности химических производств – М.: Мир, 1989г.
22. Мацак В.Г., Хоцянов Л.К. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве. М.: Медгиз, 1959.
23. Руководящий материал по ликвидации аварийных больших проливов окислителя АТ (АК) и горючего НДМГ - Л.:ГИПХ, 1981.
24. Ключников В.Ю., Овсянников Д.А., Попов В.В. и др. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие / Под общей ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова - М. Изд-во «Анкил», 2000.
25. Справочник взрывника /Под редакцией проф. Б. Н. Кутузова - М.: Недра, 1988.
26. Другов Ю.С., Онищенко Т.Л., Самойлов О.Ю. и др. Оценка современного состояния и прогноз воздействия на окружающую среду космодрома «Свободный» (ОКР «Свободный»). – М.: Аналитический Центр Геологического института РАН, 1997.
27. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления, Москва, 1999 г.
28. Бримблкумб П. Состав и химия атмосферы: Пер с англ. -М.: Мир, 1988. 21.
29. Касимов В.С., Гребенюк В.Б., Королева Т.В., Проскуряков Ю.В. Поведение ракетного топлива в почве, воде и растениях. //Почвоведение. – 1994, №9.
30. Материалы оценки воздействия РКК «Рокот» на окружающую среду, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 2012г.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Расчеты выбросов и рассеивания  
загрязняющих веществ в атмосферном воздухе**

**Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от средств  
транспортирования и подвижных транспортных средств**

Расчет произведен программой «АТП-Эколог», версия 3.10.18.0 от 24.06.2014  
Copyright© 1995-2014 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»

*Программа основана на следующих методических документах:*

1. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1998 г.
2. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1998 г.
3. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом). М., 1998 г.
4. Дополнения (приложения №№ 1-3) к вышеперечисленным методикам.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб, 2012 г.
6. Письмо НИИ Атмосфера №07-2-263/13-0 от 25.04.2013 г.

Программа зарегистрирована на: ЭкоСертифика  
Регистрационный номер: 01-01-5851

*Архангельск, 2023 г.: среднемесячная и средняя минимальная температура воздуха, °С*

<i>Характеристики</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Среднемесячная температура, °С	-12.9	-12.5	-8	-0.9	6	12.4	15.6	13.6	7.9	1.5	-4.1	-9.5
Расчетные периоды года	X	X	X	П	Т	Т	Т	Т	Т	П	П	X
Средняя минимальная температура, °С	-12.9	-12.5	-8	-0.9	6	12.4	15.6	13.6	7.9	1.5	-4.1	-9.5
Расчетные периоды года	X	X	X	П	Т	Т	Т	Т	Т	П	П	X

В следующих месяцах значения среднемесячной и средней минимальной температур совпадают: Январь, Февраль, Март, Апрель, Май, Июнь, Июль, Август, Сентябрь, Октябрь, Ноябрь, Декабрь

*Характеристики периодов года для расчета валовых выбросов загрязняющих веществ*

<i>Период года</i>	<i>Месяцы</i>	<i>Всего дней</i>
Теплый	Май; Июнь; Июль; Август; Сентябрь;	105
Переходный	Апрель; Октябрь; Ноябрь;	63
Холодный	Январь; Февраль; Март; Декабрь;	84
Всего за год	Январь-Декабрь	252

**Участок №1; Технический комплекс**

**Общее описание участка**

**Пробег автомобиля до выезда со стоянки (км)**

- от ближайшего к выезду места стоянки: 0.020
- от наиболее удаленного от выезда места стоянки: 0.023

**Пробег автомобиля от въезда на стоянку (км)**

- до ближайшего к въезду места стоянки: 0.002
- до наиболее удаленного от въезда места стоянки: 0.023
- среднее время выезда (мин.): 30.0

**Выбросы участка**

<i>Код в-ва</i>	<i>Название веществ ва</i>	<i>Макс. выброс (г/с)</i>	<i>Валовый выброс (т /год)</i>
----	Оксиды азота (NOx)*	0.1660835	0.010288
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.1328668	0.008231
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0215909	0.001337
0328	Углерод (Сажа)	0.0212139	0.001006
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0194863	0.001139
0337	Углерод оксид	0.8423617	0.046719
0401	Углеводороды**	0.1432273	0.007331
	В том числе:		
2732	**Керосин	0.1432273	0.007331

Примечание:

1. Коэффициенты трансформации оксидов азота:

NO - 0.13

NO<sub>2</sub> - 0.80

2. Максимально-разовый выброс углеводородов (код 0401) может не соответствовать сумме составляющих из-за несинхронности работы разных видов техники, либо расчет проводился для различных периодов года.

**Расшифровка выбросов по веществам:**

**Выбрасываемое вещество - 0337 - Углерод оксид**

**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобилиа или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.007237
Переходный	Вся техника	0.008753
Холодный	Вся техника	0.030729
Всего за год		0.046719

Максимальный выброс составляет: 0.8423617 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
----------------------	------------	------------	-----------	-----------------	-----------	----------------	--------------	------------	------------	---------------------

ЗИЛ 131 (д)	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	
	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	0.2525925
КРАЗ (д)	8.200	20.0	1.0	1.0	7.400	6.100	1.0	2.900	да	
	8.200	20.0	1.0	1.0	7.400	6.100	1.0	2.900	да	0.1856212
МАЗ (д)	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	
	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	0.4041480

**Выбрасываемое вещество - 0401 - Углеводороды  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобили или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000975
Переходный	Вся техника	0.001388
Холодный	Вся техника	0.004968
Всего за год		0.007331

Максимальный выброс составляет: 0.1432273 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ЗИЛ 131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	0.0454824
КРАЗ (д)	1.100	20.0	1.0	1.0	1.200	1.000	1.0	0.450	да	
	1.100	20.0	1.0	1.0	1.200	1.000	1.0	0.450	да	0.0249731
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	0.0727718

**Выбрасываемое вещество - Оксиды азота (NOx)  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобили или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.001816
Переходный	Вся техника	0.002047
Холодный	Вся техника	0.006425
Всего за год		0.010288

Максимальный выброс составляет: 0.1660835 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ЗИЛ 131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	

	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	0.0463201
КРАЗ (д)	2.000	20.0	1.0	1.0	4.000	4.000	1.0	1.000	да	
	2.000	20.0	1.0	1.0	4.000	4.000	1.0	1.000	да	0.0456511
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	0.0741122

**Выбрасываемое вещество - 0328 - Углерод (Сажа)  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобилиа или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000086
Переходный	Вся техника	0.000196
Холодный	Вся техника	0.000724
Всего за год		0.001006

Максимальный выброс составляет: 0.0212139 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlг еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ЗИЛ 131 (д)	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	
	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	0.0067709
КРАЗ (д)	0.160	20.0	1.0	1.0	0.400	0.300	1.0	0.040	да	
	0.160	20.0	1.0	1.0	0.400	0.300	1.0	0.040	да	0.0036096
МАЗ (д)	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	
	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	0.0108334

**Выбрасываемое вещество - 0330 - Сера диоксид-Ангидрид сернистый  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобилиа или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000245
Переходный	Вся техника	0.000207
Холодный	Вся техника	0.000687
Всего за год		0.001139

Максимальный выброс составляет: 0.0194863 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlг еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ЗИЛ 131 (д)	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	
	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	0.0062834

КРАЗ (д)	0.136	20.0	1.0	1.0	0.670	0.540	1.0	0.100	да	
	0.136	20.0	1.0	1.0	0.670	0.540	1.0	0.100	да	0.0031493
МАЗ (д)	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	
	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	0.0100535

**Трансформация оксидов азота**  
**Выбрасываемое вещество - 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)**  
**Коэффициент трансформации - 0.8**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил я или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.001453
Переходный	Вся техника	0.001638
Холодный	Вся техника	0.005140
Всего за год		0.008231

Максимальный выброс составляет: 0.1328668 г/с. Месяц достижения: Январь.

**Выбрасываемое вещество - 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид)**  
**Коэффициент трансформации - 0.13**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил я или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000236
Переходный	Вся техника	0.000266
Холодный	Вся техника	0.000835
Всего за год		0.001337

Максимальный выброс составляет: 0.0215909 г/с. Месяц достижения: Январь.

**Распределение углеводородов**  
**Выбрасываемое вещество - 2732 - Керосин**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил я или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000975
Переходный	Вся техника	0.001388
Холодный	Вся техника	0.004968
Всего за год		0.007331

Максимальный выброс составляет: 0.1432273 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэфф ициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>%%</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
-------------------	------------	------------	-----------	--------------	-----------	---------------	--------------	------------	-----------	------------	---------------------

<i>ис</i>				<i>Пр</i>		.					
ЗИЛ 131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	0.0454824
КРАЗ (д)	1.100	20.0	1.0	1.0	1.200	1.000	1.0	0.450	100.0	да	
	1.100	20.0	1.0	1.0	1.200	1.000	1.0	0.450	100.0	да	0.0249731
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	0.0727718

**Участок №2; Ст арт овый комплекс**

**Общее описание участка**

**Пробег автомобиля до выезда со стоянки (км)**

- от ближайшего к выезду места стоянки: 0.040
- от наиболее удаленного от выезда места стоянки: 0.060

**Пробег автомобиля от въезда на стоянку (км)**

- до ближайшего к въезду места стоянки: 0.040
- до наиболее удаленного от въезда места стоянки: 0.060
- среднее время выезда (мин.): 30.0

**Выбросы участка**

<b>Код в-ва</b>	<b>Название вещества</b>	<b>Макс. выброс (г/с)</b>	<b>Валовый выброс (т/год)</b>
----	Оксиды азота (NOx)*	0.0535306	0.004762
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.0428244	0.003810
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0069590	0.000619
0328	Углерод (Сажа)	0.0067986	0.000473
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0069161	0.000619
0337	Углерод оксид	0.8909333	0.079824
0401	Углеводороды**	0.1322861	0.011448
	В том числе:		
2704	**Бензин (нефтяной, малосернистый)	0.0867167	0.008033
2732	**Керосин	0.0455694	0.003414

Примечание:

1. Коэффициенты трансформации оксидов азота:

NO - 0.13

NO<sub>2</sub> - 0.80

2. Максимально-разовый выброс углеводородов (код 0401) может не соответствовать сумме составляющих из-за несинхронности работы разных видов техники, либо расчет проводился для различных периодов года.

**Расшифровка выбросов по веществам:**

**Выбрасываемое вещество - 0337 - Углерод оксид  
Валовые выбросы**

<b>Период года</b>	<b>Марка авт омобил я или дорож ной т ехники</b>	<b>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</b>
Теплый	Вся техника	0.012389
Переходный	Вся техника	0.014811
Холодный	Вся техника	0.052624
Всего за год		0.079824

Максимальный выброс составляет: 0.8909333 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффицент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<b>Наименован ие</b>	<b>Mпр</b>	<b>Tпр</b>	<b>Kэ</b>	<b>Kнт рП р</b>	<b>MI</b>	<b>Mтг еп.</b>	<b>Kнт р</b>	<b>Mхх</b>	<b>Схр</b>	<b>Выброс (г/с)</b>
ПАЗ (б)	28.100	20.0	1.0	1.0	37.300	29.700	1.0	10.200	да	

	28.100	20.0	1.0	1.0	37.300	29.700	1.0	10.200	да	0.6378500
МАЗ (д)	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	
	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	0.1012333
ЗИЛ-131 (д)	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	
	4.400	20.0	1.0	1.0	6.200	5.100	1.0	2.800	да	0.1518500

**Выбрасываемое вещество - 0401 - Углеводороды  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобили или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.001530
Переходный	Вся техника	0.002188
Холодный	Вся техника	0.007730
Всего за год		0.011448

Максимальный выброс составляет: 0.1322861 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ПАЗ (б)	3.800	20.0	1.0	1.0	6.900	5.500	1.0	1.700	да	
	3.800	20.0	1.0	1.0	6.900	5.500	1.0	1.700	да	0.0867167
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	0.0182278
ЗИЛ-131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	да	0.0273417

**Выбрасываемое вещество - Оксиды азота (NOx)  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобили или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000964
Переходный	Вся техника	0.000944
Холодный	Вся техника	0.002854
Всего за год		0.004762

Максимальный выброс составляет: 0.0535306 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффициент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ПАЗ (б)	0.300	20.0	1.0	1.0	0.800	0.800	1.0	0.200	да	
	0.300	20.0	1.0	1.0	0.800	0.800	1.0	0.200	да	0.0069333
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	

	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	0.0186389
ЗИЛ-131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	3.500	3.500	1.0	0.600	да	0.0279583

**Выбрасываемое вещество - 0328 - Углерод (Сажа)  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000043
Переходный	Вся техника	0.000093
Холодный	Вся техника	0.000338
Всего за год		0.000473

Максимальный выброс составляет: 0.0067986 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффциент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlг еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
МАЗ (д)	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	
	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	0.0027194
ЗИЛ-131 (д)	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	
	0.120	20.0	1.0	1.0	0.350	0.250	1.0	0.030	да	0.0040792

**Выбрасываемое вещество - 0330 - Сера диоксид-Ангидрид сернистый  
Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000137
Переходный	Вся техника	0.000114
Холодный	Вся техника	0.000367
Всего за год		0.000619

Максимальный выброс составляет: 0.0069161 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффциент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт рП р</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlг еп.</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ПАЗ (б)	0.025	20.0	1.0	1.0	0.190	0.150	1.0	0.020	да	
	0.025	20.0	1.0	1.0	0.190	0.150	1.0	0.020	да	0.0005883
МАЗ (д)	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	
	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	0.0025311
ЗИЛ-131 (д)	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	
	0.108	20.0	1.0	1.0	0.560	0.450	1.0	0.090	да	0.0037967

**Трансформация оксидов азота**  
**Выбрасываемое вещество - 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)**  
**Коэффициент трансформации - 0.8**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000771
Переходный	Вся техника	0.000755
Холодный	Вся техника	0.002283
Всего за год		0.003810

Максимальный выброс составляет: 0.0428244 г/с. Месяц достижения: Январь.

**Выбрасываемое вещество - 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид)**  
**Коэффициент трансформации - 0.13**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000125
Переходный	Вся техника	0.000123
Холодный	Вся техника	0.000371
Всего за год		0.000619

Максимальный выброс составляет: 0.0069590 г/с. Месяц достижения: Январь.

**Распределение углеводородов**  
**Выбрасываемое вещество - 2704 - Бензин (нефтяной, малосернистый)**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.001045
Переходный	Вся техника	0.001544
Холодный	Вся техника	0.005445
Всего за год		0.008033

Максимальный выброс составляет: 0.0867167 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффицент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт р Пр</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlг еп</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>%%</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
ПАЗ (б)	3.800	20.0	1.0	1.0	6.900	5.500	1.0	1.700	100.0	да	
	3.800	20.0	1.0	1.0	6.900	5.500	1.0	1.700	100.0	да	0.0867167

**Выбрасываемое вещество - 2732 - Керосин**  
**Валовые выбросы**

<i>Период года</i>	<i>Марка авт омобил я или дорож ной т ехники</i>	<i>Валовый выброс (т онн/период) (т онн/год)</i>
Теплый	Вся техника	0.000485
Переходный	Вся техника	0.000644
Холодный	Вся техника	0.002285
Всего за год		0.003414

Максимальный выброс составляет: 0.0455694 г/с. Месяц достижения: Январь.

*Для каж дого т ипа т ехники в первой ст роке т аблицы содерж ат ся коэффицент ы для расчет а валовых, а во вт орой - для расчет а максимальных выбросов. Последние определены, основываясь на средних минимальных т емперат урах воздуха.*

<i>Наименован ие</i>	<i>Мпр</i>	<i>Тпр</i>	<i>Кэ</i>	<i>Кнт р Пр</i>	<i>Мl</i>	<i>Мlт еп .</i>	<i>Кнт р</i>	<i>Мхх</i>	<i>%%</i>	<i>Схр</i>	<i>Выброс (г/с)</i>
МАЗ (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	0.0182278
ЗИЛ-131 (д)	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	
	0.800	20.0	1.0	1.0	1.100	0.900	1.0	0.350	100.0	да	0.0273417

#### Суммарные выбросы по предприятию

<i>Код в-ва</i>	<i>Название веществ ва</i>	<i>Валовый выброс (т /год)</i>
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.012040
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.001957
0328	Углерод (Сажа)	0.001479
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.001758
0337	Углерод оксид	0.126543
0401	Углеводороды	0.018779

#### Расшифровка суммарного выброса углеводородов (код 0401)

<i>Код в-ва</i>	<i>Название веществ ва</i>	<i>Валовый выброс (т /год)</i>
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	0.008033
2732	Керосин	0.010745

**Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от агрегатов  
нейтрализации паров и промстоков КРТ**

Агрегат нейтрализации паров и промстоков амила (АТ) 11Г426.

Агрегат нейтрализации паров и промстоков гептила (НДМГ) 11Г427.

При заправке АМ на ЗНС для термического обезвреживания образующихся паров и промстоков, содержащих компоненты ракетного топлива «АТ + НДМГ», используются агрегаты нейтрализации паров и промстоков 11Г426 и 11Г427.

Агрегат 11Г426 предназначен для нейтрализации паров АТ в смеси с воздухом, а также промстоков (водных растворов) АТ и НДМГ.

Агрегат 11Г427 предназначен для нейтрализации паров НДМГ в смеси с азотом и промстоков АТ и НДМГ.

Агрегаты работают на дизельном или керосиновом топливе (Т-1, Т-2, ТС-1, ДЗ, ДЛ). Максимальный расход топлива при различных режимах работы агрегатов составляет 38,3 г/с. Среднее время работы каждого из агрегатов на одну заправку БНД РБ «Бриз-М» – 6,5 часов. Состав и значения суммарных выбросов загрязняющих веществ от агрегатов 11Г426 и 11Г427 приведен в таблице:

Загрязняющее вещество	Максимальный выброс загрязняющих веществ, г/с		Суммарные выбросы, кг	
			На один пуск	
			АМ (ЗНС пл. 151)	
	агрегат 11Г426	агрегат 11Г427	агрегат 11Г426	агрегат 11Г427
Окислы серы	0,3753	0,3753	8,782	8,782
Диоксид азота	0,136	0,49	3,182	11,466
Окись углерода	0,2527	0,2527	5,913	5,913
Сажа	0,0038	0,0038	0,09	0,09
Формальдегид	-	0,0015	-	0,035
НДМГ	-	0,0003	-	0,008
Цианистый водород	-	0,0003	-	0,007
Диметиламин	-	следы	-	-

## Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от дизельных электростанции (ДЭС), расположенных на территории ТК и СК

### **Расчёт по программе «Дизель» (Версия 2.0)**

Программа основана на следующих документах:

ГОСТ Р 56163-2014 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от стационарных дизельных установок»

«Методика расчёта выделений загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок». НИИ АТМОСФЕРА, Санкт-Петербург, 2001 год.

Дизель (версия 2.0) (с) ИНТЕГРАЛ 2001-2015  
Организация: ЭкоСертифика Регистрационный номер: 01-01-5851

#### **Источник выбросов:**

**Название:** Дизельная электростанция 7Д100

**Источник выделений:** Дизельная электростанция (100 кВт)

#### **Результаты расчётов:**

Код	Название вещества	Без учёта газоочистки.		Газооч.	С учётом газоочистки	
		г/сек	т/год		%	г/сек
0337	Углерод оксид	0.1472222	3.300000	0.0	0.1472222	3.300000
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0.1866666	4.200000	0.0	0.1866666	4.200000
2732	Керосин	0.0666667	1.500000	0.0	0.0666667	1.500000
0328	Углерод черный (Сажа)	0.0097222	0.225000	0.0	0.0097222	0.225000
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0.0388889	0.900000	0.0	0.0388889	0.900000
1325	Формальдегид	0.0027778	0.060000	0.0	0.0027778	0.060000
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0.000000306	0.000006750	0.0	0.000000306	0.000006750
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0303333	0.682500	0.0	0.0303333	0.682500

Нормирование выбросов оксидов азота производится в соотношении  $M_{NO_2} = 0.8 * M_{NOx}$  и  $M_{NO} = 0.13 * M_{NOx}$ .

#### **Расчётные формулы**

**До газоочистки:**

**Максимально-разовый выброс:**  $M_i = (1/3600) * e_i * P_s / X_i$  [г/с]

**Валовый выброс:**  $W_i = (1/1000) * q_i * G_T / X_i$  [т/год]

**После газоочистки:**

**Максимально-разовый выброс:**  $M_i = M_i * (1 - f/100)$  [г/с]

**Валовый выброс:**  $W_i = W_i * (1 - f/100)$  [т/год]

#### **Исходные данные:**

Эксплуатационная мощность стационарной дизельной установки  $P_s = 100$  [кВт]

Расход топлива стационарной дизельной установкой за год  $G_T = 150$  [т]

Коэффициент, зависящий от страны-производителя дизельной установки ( $X_i$ ):

$X_{CO} = 1$ ;  $X_{NOx} = 1$ ;  $X_{SO_2} = 1$ ;  $X_{остальные} = 1$ .

**Удельные выбросы на единицу полезной работы стационарной дизельной установки на режиме эксплуатационной мощности ( $e_i$ ) [г/кВт\*ч]:**

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
5.3	8.4	2.4	0.35	1.4	0.1	0.000011

Удельные выбросы на один килограмм дизельного топлива при работе стационарной дизельной установки с учетом совокупности режимов, составляющих эксплуатационный цикл ( $q_i$ ) [г/кг топлива]:

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
22	35	10	1.5	6	0.4	0.000045

Объёмный расход отработавших газов ( $Q_{ог}$ ):

Удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя  $b_э=218$  [г/кВт\*ч]

Высота источника выбросов  $H=0$  [м]

Температура отработавших газов  $T_{ог}=723$  [К]

$$Q_{ог}=8.72*0.000001*b_э*P_э/(1.31/(1+T_{ог}/273))=0.529418 \text{ [м}^3/\text{с]}$$

Источник выбросов:

Название: Дизельная электростанция 7Д100 (1000 кВт)

Источник выделений: Дизельная электростанция

Результаты расчётов:

Код	Название вещества	Без учёта газоочистки.		Газооч.	С учётом газоочистки	
		г/сек	т/год		%	г/сек
0337	Углерод оксид	1.4722222	1.540000	0.0	1.4722222	1.540000
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	1.8666666	1.960000	0.0	1.8666666	1.960000
2732	Керосин	0.6666667	0.700000	0.0	0.6666667	0.700000
0328	Углерод черный (Сажа)	0.0972222	0.105000	0.0	0.0972222	0.105000
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0.3888889	0.420000	0.0	0.3888889	0.420000
1325	Формальдегид	0.0277778	0.028000	0.0	0.0277778	0.028000
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0.000003056	0.000003150	0.0	0.000003056	0.000003150
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.3033333	0.318500	0.0	0.3033333	0.318500

Нормирование выбросов оксидов азота производится в соотношении  $M_{NO_2} = 0.8*M_{NOx}$  и  $M_{NO} = 0.13*M_{NOx}$ .

Расчётные формулы

До газоочистки:

$$\text{Максимально-разовый выброс: } M_i=(1/3600)*e_i*P_э/X_i \text{ [г/с]}$$

$$\text{Валовый выброс: } W_i=(1/1000)*q_i*G_T/X_i \text{ [т/год]}$$

После газоочистки:

$$\text{Максимально-разовый выброс: } M_i=M_i*(1-f/100) \text{ [г/с]}$$

$$\text{Валовый выброс: } W_i=W_i*(1-f/100) \text{ [т/год]}$$

Исходные данные:

Эксплуатационная мощность стационарной дизельной установки  $P_э=1000$  [кВт]

Расход топлива стационарной дизельной установкой за год  $G_T=70$  [т]  
 Коэффициент, зависящий от страны-производителя дизельной установки ( $X_i$ ):  
 $X_{CO}=1$ ;  $X_{NOx}=1$ ;  $X_{SO2}=1$ ;  $X_{остальные}=1$ .

Удельные выбросы на единицу полезной работы стационарной дизельной установки на режиме эксплуатационной мощности ( $e_i$ ) [г/кВт\*ч]:

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
5.3	8.4	2.4	0.35	1.4	0.1	0.000011

Удельные выбросы на один килограмм дизельного топлива при работе стационарной дизельной установки с учетом совокупности режимов, составляющих эксплуатационный цикл ( $q_i$ ) [г/кг топлива]:

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
22	35	10	1.5	6	0.4	0.000045

Объёмный расход отработавших газов ( $Q_{ог}$ ):

Удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя  $b_э=218$  [г/кВт\*ч]

Высота источника выбросов  $H=0$  [м]

Температура отработавших газов  $T_{ог}=723$  [К]

$Q_{ог}=8.72 \cdot 0.000001 \cdot b_э \cdot P_э / (1.31 / (1 + T_{ог} / 273)) = 5.294176$  [м<sup>3</sup>/с]

Источник выбросов:

Площадка: 0

Цех: 0

Источник: 1

Вариант: 0

Название: Дизельная электростанция 7д100 (1760 кВт)

Источник выделений: Дизельная электростанция

Результаты расчётов:

Код	Название вещества	Без учёта газоочистки.		Газооч.	С учётом газоочистки	
		г/сек	т/год		%	г/сек
0337	Углерод оксид	1,4722222	2,200000	0,0	1,4722222	2,200000
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	1,8666666	2,800000	0,0	1,8666666	2,800000
2732	Керосин	0,6666667	1,000000	0,0	0,6666667	1,000000
0328	Углерод черный (Сажа)	0,0972222	0,150000	0,0	0,0972222	0,150000
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,3888889	0,600000	0,0	0,3888889	0,600000
1325	Формальдегид	0,0277778	0,040000	0,0	0,0277778	0,040000
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,000003056	0,000004500	0,0	0,000003056	0,000004500
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,3033333	0,455000	0,0	0,3033333	0,455000

Нормирование выбросов оксидов азота производится в соотношении  $M_{NO2} = 0,8 \cdot M_{NOx}$  и  $M_{NO} = 0,13 \cdot M_{NOx}$ .

Расчётные формулы

До газоочистки:

Максимально-разовый выброс:  $M_i = (1/3600) * e_i * P_o / X_i$  [г/с]

Валовый выброс:  $W_i = (1/1000) * q_i * G_T / X_i$  [т/год]

После газоочистки:

Максимально-разовый выброс:  $M_i = M_i * (1 - f/100)$  [г/с]

Валовый выброс:  $W_i = W_i * (1 - f/100)$  [т/год]

**Исходные данные:**

Эксплуатационная мощность стационарной дизельной установки  $P_o = 1760$  [кВт]

Расход топлива стационарной дизельной установкой за год  $G_T = 100$  [т]

Коэффициент, зависящий от страны-производителя дизельной установки ( $X_i$ ):

$X_{CO} = 1$ ;  $X_{NOx} = 1$ ;  $X_{SO2} = 1$ ;  $X_{остальные} = 1$ .

Удельные выбросы на единицу полезной работы стационарной дизельной установки на режиме эксплуатационной мощности ( $e_i$ ) [г/кВт\*ч]:

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
5,3	8,4	2,4	0,35	1,4	0,1	0,000011

Удельные выбросы на один килограмм дизельного топлива при работе стационарной дизельной установки с учетом совокупности режимов, составляющих эксплуатационный цикл ( $q_i$ ) [г/кг топлива]:

Углерод оксид	Оксиды азота NOx	Керосин	Углерод черный (Сажа)	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Формальдегид	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)
22	35	10	1,5	6	0,4	0,000045

Объёмный расход отработавших газов ( $Q_{ог}$ ):

Удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя  $b_o = 218$  [г/кВт\*ч]

Высота источника выбросов  $H = 0$  [м]

Температура отработавших газов  $T_{ог} = 723$  [К]

$Q_{ог} = 8.72 * 0.000001 * b_o * P_o / (1.31 / (1 + T_{ог} / 273)) = 5,294176$  [м<sup>3</sup>/с]

**УПРЗА «ЭКОЛОГ» 4.70**  
**Copyright © 1990-2022 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»**

Программа зарегистрирована на: ООО "НПЦ "ЭКОПРОМСЕРТИФИКА"  
Регистрационный номер: 01013009

**Предприятие: 10, КРК Рокот**

Город: 1, Комплексы

Район: 1, Космодром Плесецк

**ВИД: 1, КРК Рокот (ТК, СК, ЗНС)**

**ВР: 1, Расчет рассеивания КРК Рокот**

**Расчетные константы: S=999999,99**

**Расчет: «Расчет рассеивания по МРР-2017» (лето)**

**Метеорологические параметры**

Расчетная температура наиболее холодного месяца, °С:	-12,7
Расчетная температура наиболее теплого месяца, °С:	22,2
Коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы:	160
U* – скорость ветра, наблюдаемая на данной местности, повторяемость превышения которой находится в пределах 5%, м/с:	6,6
Плотность атмосферного воздуха, кг/м <sup>3</sup> :	1,29
Скорость звука, м/с:	331

## Параметры источников выбросов

Учет:

"%" - источник учитывается с исключением из фона;

"+" - источник учитывается без исключения из фона;

"-" - источник не учитывается и его вклад исключается из фона.

Типы источников:

1 - Точечный;

2 - Линейный;

3 - Неорганизованный;

4 - Совокупность точечных источников;

5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;

6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;

7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);

8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);

9 - Точечный, с выбросом вбок;

10 - Свеча;

11 - Неорганизованный (полигон);

12 - Передвижной.

Учет при расч.	№ ист.	Наименование источника	Вар.	Тип	Высота ист. (м)	Диаметр устья (м)	Объем ГВС (куб.м/с)	Скорость ГВС (м/с)	Плотность ГВС, (кг/куб.м)	Темп. ГВС (°С)	Ширина источ. (м)	Отклонение выброса, град		Коеф. рел.	Координаты			
												Угол	Направл.		X1 (м)	Y1 (м)	X2 (м)	Y2 (м)
№ пл.: 0, № цеха: 0																		
%	1	ДЭС 1000	1	1	3,00	0,30	0,61	8,70	1,29	400,00	0,00	-	-	1	23058,70	15672,00	0,00	0,00

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	1,8666666	0,000000	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,3033333	0,000000	1	1,397962	53,39	3,63	1,383631	53,64	3,70
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0972222	0,000000	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70
0330	Сера диоксид	0,3888889	0,000000	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	1,4722222	0,000000	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0703	Бенз/а/пирен	0,0000031	0,000000	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,0277778	0,000000	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,6666667	0,000000	1	1,024148	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70

%	2	ДЭС 1000	1	1	3,00	0,30	0,61	8,70	1,29	400,00	0,00	-	-	1	23052,90	15555,20	0,00	0,00
Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима										
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um								
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	1,8666666	0,000000	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70								
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,3033333	0,000000	1	1,397962	53,39	3,63	1,383631	53,64	3,70								
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0972222	0,000000	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70								

0330	Сера диоксид	0,3888889	0,000000	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	1,4722222	0,000000	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0703	Бенз/а/пирен	0,0000031	0,000000	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксметан, метиленоксид)	0,0277778	0,000000	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,6666667	0,000000	1	1,024148	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70

%	3	ДЭС 1760	1	1	3,00	0,30	0,61	8,70	1,29	400,00	0,00	-	-	1	25511,10	14854,60	0,00	0,00
---	---	----------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	----------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	1,8666666	1,000000	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0000000	2,200000	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0972222	0,600000	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70
0330	Сера диоксид	0,3888889	0,040000	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	1,4722222	2,800000	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0703	Бенз/а/пирен	0,3033333	0,455000	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксметан, метиленоксид)	0,0277778	0,000005	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,6666670	0,150000	1	1,024149	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70

%	4	ДЭС 100 раб	1	1	3,00	0,20	0,27	8,70	1,29	400,00	0,00	-	-	1	25511,20	14790,30	0,00	0,00
---	---	-------------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	----------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,1866666	0,000000	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0303333	0,000000	1	0,199510	44,60	2,65	0,197191	44,85	2,71
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0097222	0,000000	1	0,170521	44,60	2,65	0,168539	44,85	2,71
0330	Сера диоксид	0,0388889	0,000000	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,1472222	0,000000	1	0,077466	44,60	2,65	0,076565	44,85	2,71
0703	Бенз/а/пирен	0,0000003	0,000000	1	0,000000	44,60	2,65	0,000000	44,85	2,71
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксметан, метиленоксид)	0,0027778	0,000000	1	0,146163	44,60	2,65	0,144464	44,85	2,71
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,0666670	0,000000	1	0,146162	44,60	2,65	0,144463	44,85	2,71

%	5	ДЭС 100 резерв	1	1	3,00	0,20	0,27	8,70	1,29	400,00	0,00	-	-	1	25581,20	14819,50	0,00	0,00
---	---	----------------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	----------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,1866666	0,000000	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0303333	0,000000	1	0,199510	44,60	2,65	0,197191	44,85	2,71
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0097222	0,000000	1	0,170521	44,60	2,65	0,168539	44,85	2,71
0330	Сера диоксид	0,0388889	0,000000	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,1472222	0,000000	1	0,077466	44,60	2,65	0,076565	44,85	2,71
0703	Бенз/а/пирен	0,0000003	0,000000	1	0,000000	44,60	2,65	0,000000	44,85	2,71
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,0027778	0,000000	1	0,146163	44,60	2,65	0,144464	44,85	2,71
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,0666667	0,000000	1	0,146162	44,60	2,65	0,144462	44,85	2,71

%	6	АН 11Г426	1	1	4,00	0,80	2,80	5,57	1,29	400,00	0,00	-	-	1	25406,00	14696,90	0,00	0,00
---	---	-----------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	----------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,1360000	0,000000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0038000	0,000000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0330	Сера диоксид	0,3753000	0,000000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,2527000	0,000000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30

%	7	АН 11Г427	1	1	4,00	0,80	2,80	5,57	1,29	400,00	0,00	-	-	1	25400,20	14766,90	0,00	0,00
---	---	-----------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	----------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,4900000	0,000000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30
0317	Гидроцианид (Синильная кислота)	0,0003000	0,000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0038000	0,000000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0330	Сера диоксид	0,3753000	0,000000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,2527000	0,000000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,0015000	0,000000	1	0,020777	82,84	5,19	0,020529	83,31	5,30
1819	Диметиламин	0,0000000	0,000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
3834	1,1-диметилгидразин	0,0003000	0,000000	1	0,207767	82,84	5,19	0,205294	83,31	5,30

%	8	АН 11Г426	1	1	4,00	0,80	2,80	5,57	1,29	400,00	0,00	-	-	1	10656,50	3906,20	0,00	0,00
---	---	-----------	---	---	------	------	------	------	------	--------	------	---	---	---	----------	---------	------	------

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима										
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um								
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,1360000	0,000000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30								
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0038000	0,000000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30								
0330	Сера диоксид	0,3753000	0,000000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30								
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,2525700	0,000000	1	0,034984	82,84	5,19	0,034567	83,31	5,30								
%	9	АН 11Г427	1	1	4,00	0,80	2,80	5,57	1,29	400,00	0,00	-	-	1	10662,30	3836,20	0,00	0,00
Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима										
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um								
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,4900000	0,000000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30								
0317	Гидроцианид (Синильная кислота)	0,0003000	0,000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30								
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0038000	0,000000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30								
0330	Сера диоксид	0,3753000	0,000000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30								
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,2527000	0,000000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30								
1325	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	0,0015000	0,000000	1	0,020777	82,84	5,19	0,020529	83,31	5,30								
1819	Диметиламин	0,0000000	0,000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30								
3834	1,1-диметилгидразин	0,0003000	0,000000	1	0,207767	82,84	5,19	0,205294	83,31	5,30								
%	6010	Авторанспорт (ТК)	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	153,99	-	-	1	22860,00	15380,10	22871,70	15292,60
Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима										
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um								
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,1328668	0,000000	1	2,237788	28,50	0,50	2,237788	28,50	0,50								
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0215909	0,000000	1	0,181821	28,50	0,50	0,181821	28,50	0,50								
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0212139	0,000000	1	0,476389	28,50	0,50	0,476389	28,50	0,50								
0330	Сера диоксид	0,0194863	0,000000	1	0,131278	28,50	0,50	0,131278	28,50	0,50								
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,8423617	0,000000	1	0,567494	28,50	0,50	0,567494	28,50	0,50								
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,1433373	0,000000	1	0,402356	28,50	0,50	0,402356	28,50	0,50								
%	6011	Автотранспорт (СК)	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	96,72	-	-	1	25551,80	14740,10	25556,40	14684,10
Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима										
					См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um								
0301	Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)	0,0428244	0,000000	1	0,721263	28,50	0,50	0,721263	28,50	0,50								
0304	Азот (II) оксид (Азот монооксид)	0,0069590	0,000000	1	0,058603	28,50	0,50	0,058603	28,50	0,50								
0328	Углерод (Пигмент черный)	0,0067986	0,000000	1	0,152672	28,50	0,50	0,152672	28,50	0,50								
0330	Сера диоксид	0,0069161	0,000000	1	0,046593	28,50	0,50	0,046593	28,50	0,50								
0337	Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)	0,8909333	0,000000	1	0,600216	28,50	0,50	0,600216	28,50	0,50								
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	0,0867167	0,000000	1	0,058420	28,50	0,50	0,058420	28,50	0,50								
2732	Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)	0,0455694	0,000000	1	0,127916	28,50	0,50	0,127916	28,50	0,50								

## Выбросы источников по веществам

Типы источников:

- 1 - Точечный;
- 2 - Линейный;
- 3 - Неорганизованный;
- 4 - Совокупность точечных источников;
- 5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
- 6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
- 7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
- 8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
- 9 - Точечный, с выбросом в бок;
- 10 - Свеча;
- 11- Неорганизованный (полигон);
- 12 - Передвижной.

### Вещество: 0301 Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0	0	1	1	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	2	1	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	3	1	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	4	1	0,1866666	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0	0	5	1	0,1866666	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0	0	6	1	0,1360000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30
0	0	7	1	0,4900000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30
0	0	8	1	0,1360000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30
0	0	9	1	0,4900000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30
0	0	6010	3	0,1328668	1	2,237788	28,50	0,50	2,237788	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,0428244	1	0,721263	28,50	0,50	0,721263	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>7,4010242</b>		<b>63,822548</b>			<b>63,184697</b>		

### Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азот монооксид)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0	0	1	1	0,3033333	1	1,397962	53,39	3,63	1,383631	53,64	3,70
0	0	2	1	0,3033333	1	1,397962	53,39	3,63	1,383631	53,64	3,70
0	0	3	1	0,0000000	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0303333	1	0,199510	44,60	2,65	0,197191	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0303333	1	0,199510	44,60	2,65	0,197191	44,85	2,71
0	0	6010	3	0,0215909	1	0,181821	28,50	0,50	0,181821	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,0069590	1	0,058603	28,50	0,50	0,058603	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>0,6958831</b>		<b>3,435369</b>			<b>3,402067</b>		

### Вещество: 0317 Гидроцианид (Синильная кислота)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	7	1	0,0003000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
0	0	9	1	0,0003000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
<b>Итого:</b>				<b>0,0006000</b>		<b>0,000000</b>			<b>0,000000</b>		

**Вещество: 0328  
Углерод (Пигмент черный)**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	1	1	0,0972222	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70
0	0	2	1	0,0972222	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70
0	0	3	1	0,0972222	1	1,194839	53,39	3,63	1,182590	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0097222	1	0,170521	44,60	2,65	0,168539	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0097222	1	0,170521	44,60	2,65	0,168539	44,85	2,71
0	0	6	1	0,0038000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0	0	7	1	0,0038000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0	0	8	1	0,0038000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0	0	9	1	0,0038000	1	0,017545	82,84	5,19	0,017336	83,31	5,30
0	0	6010	3	0,0212139	1	0,476389	28,50	0,50	0,476389	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,0067986	1	0,152672	28,50	0,50	0,152672	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>0,3543235</b>		<b>4,624802</b>			<b>4,583254</b>		

**Вещество: 0330  
Сера диоксид**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	1	1	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	2	1	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	3	1	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0388889	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0388889	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0	0	6	1	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	7	1	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	8	1	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	9	1	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	6010	3	0,0194863	1	0,131278	28,50	0,50	0,131278	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,0069161	1	0,046593	28,50	0,50	0,046593	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>2,7720469</b>		<b>6,967874</b>			<b>6,894279</b>		

**Вещество: 0337  
Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um

0	0	1	1	1,4722222	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0	0	2	1	1,4722222	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0	0	3	1	1,4722222	1	0,542799	53,39	3,63	0,537234	53,64	3,70
0	0	4	1	0,1472222	1	0,077466	44,60	2,65	0,076565	44,85	2,71
0	0	5	1	0,1472222	1	0,077466	44,60	2,65	0,076565	44,85	2,71
0	0	6	1	0,2527000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30
0	0	7	1	0,2527000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30
0	0	8	1	0,2525700	1	0,034984	82,84	5,19	0,034567	83,31	5,30
0	0	9	1	0,2527000	1	0,035002	82,84	5,19	0,034585	83,31	5,30
0	0	6010	3	0,8423617	1	0,567494	28,50	0,50	0,567494	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,8909333	1	0,600216	28,50	0,50	0,600216	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>7,4550760</b>		<b>3,091026</b>			<b>3,070865</b>		

**Вещество: 0703  
Бенз/а/пирен**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	1	1	0,0000031	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
0	0	2	1	0,0000031	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
0	0	3	1	0,3033333	1	0,000000	53,39	3,63	0,000000	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0000003	1	0,000000	44,60	2,65	0,000000	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0000003	1	0,000000	44,60	2,65	0,000000	44,85	2,71
<b>Итого:</b>				<b>0,3033400</b>		<b>0,000000</b>			<b>0,000000</b>		

**Вещество: 1325  
Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	1	1	0,0277778	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
0	0	2	1	0,0277778	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
0	0	3	1	0,0277778	1	1,024149	53,39	3,63	1,013650	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0027778	1	0,146163	44,60	2,65	0,144464	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0027778	1	0,146163	44,60	2,65	0,144464	44,85	2,71
0	0	7	1	0,0015000	1	0,020777	82,84	5,19	0,020529	83,31	5,30
0	0	9	1	0,0015000	1	0,020777	82,84	5,19	0,020529	83,31	5,30
<b>Итого:</b>				<b>0,0918890</b>		<b>3,406326</b>			<b>3,370935</b>		

**Вещество: 1819  
Диметиламин**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	7	1	0,0000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
0	0	9	1	0,0000000	1	0,000000	82,84	5,19	0,000000	83,31	5,30
<b>Итого:</b>				<b>0,0000000</b>		<b>0,000000</b>			<b>0,000000</b>		

**Вещество: 2704**  
**Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	6011	3	0,0867167	1	0,058420	28,50	0,50	0,058420	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>0,0867167</b>		<b>0,058420</b>			<b>0,058420</b>		

**Вещество: 2732**  
**Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	1	1	0,6666667	1	1,024148	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70
0	0	2	1	0,6666667	1	1,024148	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70
0	0	3	1	0,6666670	1	1,024149	53,39	3,63	1,013649	53,64	3,70
0	0	4	1	0,0666670	1	0,146162	44,60	2,65	0,144463	44,85	2,71
0	0	5	1	0,0666667	1	0,146162	44,60	2,65	0,144462	44,85	2,71
0	0	6010	3	0,1433373	1	0,402356	28,50	0,50	0,402356	28,50	0,50
0	0	6011	3	0,0455694	1	0,127916	28,50	0,50	0,127916	28,50	0,50
<b>Итого:</b>				<b>2,3222408</b>		<b>3,895042</b>			<b>3,860145</b>		

**Вещество: 3834**  
**1,1-диметилгидразин**

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						См/ПДК	Хм	Um	См/ПДК	Хм	Um
0	0	7	1	0,0003000	1	0,207767	82,84	5,19	0,205294	83,31	5,30
0	0	9	1	0,0003000	1	0,207767	82,84	5,19	0,205294	83,31	5,30
<b>Итого:</b>				<b>0,0006000</b>		<b>0,415533</b>			<b>0,410589</b>		

## Выбросы источников по группам суммации

Типы источников:

- 1 - Точечный;
- 2 - Линейный;
- 3 - Неорганизованный;
- 4 - Совокупность точечных источников;
- 5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
- 6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
- 7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
- 8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
- 9 - Точечный, с выбросом в бок;
- 10 - Свеча;
- 11- Неорганизованный (полигон);
- 12 - Передвижной.

### Группа суммации: 6204 Азота диоксид, серы диоксид

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Код в-ва	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um	См/ПДК	Xm	Um
0	0	1	1	0301	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	2	1	0301	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	3	1	0301	1,8666666	1	17,205691	53,39	3,63	17,029300	53,64	3,70
0	0	4	1	0301	0,1866666	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0	0	5	1	0301	0,1866666	1	2,455514	44,60	2,65	2,426967	44,85	2,71
0	0	6	1	0301	0,1360000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30
0	0	7	1	0301	0,4900000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30
0	0	8	1	0301	0,1360000	1	0,470937	82,84	5,19	0,465334	83,31	5,30
0	0	9	1	0301	0,4900000	1	1,696760	82,84	5,19	1,676572	83,31	5,30
0	0	6010	3	0301	0,1328668	1	2,237788	28,50	0,50	2,237788	28,50	0,50
0	0	6011	3	0301	0,0428244	1	0,721263	28,50	0,50	0,721263	28,50	0,50
0	0	1	1	0330	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	2	1	0330	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	3	1	0330	0,3888889	1	1,433808	53,39	3,63	1,419108	53,64	3,70
0	0	4	1	0330	0,0388889	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0	0	5	1	0330	0,0388889	1	0,204626	44,60	2,65	0,202247	44,85	2,71
0	0	6	1	0330	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	7	1	0330	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	8	1	0330	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	9	1	0330	0,3753000	1	0,519832	82,84	5,19	0,513647	83,31	5,30
0	0	6010	3	0330	0,0194863	1	0,131278	28,50	0,50	0,131278	28,50	0,50
0	0	6011	3	0330	0,0069161	1	0,046593	28,50	0,50	0,046593	28,50	0,50
<b>Итого:</b>					<b>10,1730711</b>		<b>44,244014</b>			<b>43,799360</b>		

Суммарное значение См/ПДК для группы рассчитано с учетом коэффициента неполной суммации 1,60

## Перебор метеопараметров при расчете

Набор-автомат

Перебор скоростей ветра осуществляется автоматически

Направление ветра

Начало сектора	Конец сектора	Шаг перебора ветра
0	360	1

## Расчетные области

### Расчетные точки

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Тип точки	Комментарий
	X	Y			
1	5788,00	14939,30	2,00	точка пользователя	Расчетная точка
2	8914,80	5834,70	2,00	точка пользователя	Расчетная точка
3	5389,50	2217,40	2,00	точка пользователя	Расчетная точка

## Результаты расчета по веществам (расчетные точки)

Типы точек:

- 0 - расчетная точка пользователя
- 1 - точка на границе охранной зоны
- 2 - точка на границе производственной зоны
- 3 - точка на границе СЗЗ
- 4 - на границе жилой зоны
- 5 - на границе застройки
- 6 - точки квотирования

### Вещество: 0301 Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота)

№	Коорд Х(м)	Коорд У(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветр а	Скор. ветр а	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,034023	0,00680	139	1,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,016637	0,00333	89	0,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,014071	0,00281	66	1,50	-	-	-	-	0

### Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азот монооксид)

№	Коорд Х(м)	Коорд У(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветр а	Скор. ветр а	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000992	0,00040	56	0,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000975	0,00039	88	0,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000552	0,00022	53	0,50	-	-	-	-	0

### Вещество: 0317 Гидроцианид (Синильная кислота)

№	Коорд Х(м)	Коорд У(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветр а	Скор. ветр а	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	5389,50	2217,40	2,00	-	1,08550E-06	73	6,60	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	-	3,62102E-07	156	1,50	-	-	-	-	0
2	8914,80	5834,70	2,00	-	3,23621E-06	139	1,50	-	-	-	-	0

### Вещество: 0328 Углерод (Пигмент черный)

№	Коорд Х(м)	Коорд У(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветр а	Скор. ветр а	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,001176	0,00018	57	0,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,001137	0,00017	89	0,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000704	0,00011	56	0,50	-	-	-	-	0

### Вещество: 0330 Сера диоксид

№	Коорд Х(м)	Коорд У(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветр а	Скор. ветр а	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,016498	0,00825	138	1,50	-	-	-	-	0

3	5389,50	2217,40	2,00	0,005456	0,00273	71	1,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,002156	0,00108	90	1,50	-	-	-	-	0

**Вещество: 0337**  
**Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ)**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,001201	0,00601	138	1,23	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000742	0,00371	89	1,23	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000599	0,00300	62	1,23	-	-	-	-	0

**Вещество: 0703**  
**Бенз/а/пирен**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	5389,50	2217,40	2,00	-	0,00008	58	0,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	-	0,00013	90	0,50	-	-	-	-	0
2	8914,80	5834,70	2,00	-	0,00014	61	0,50	-	-	-	-	0

**Вещество: 1325**  
**Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000980	0,00005	57	0,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000948	0,00005	89	0,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000577	0,00003	56	0,50	-	-	-	-	0

**Вещество: 1819**  
**Диметиламин**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	5389,50	2217,40	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2	8914,80	5834,70	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0

**Вещество: 2704**  
**Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000011	0,00005	62	6,60	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000009	0,00005	91	6,60	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000006	0,00003	58	6,60	-	-	-	-	0

**Вещество: 2732**  
**Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный)**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000997	0,00120	57	0,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000965	0,00116	89	0,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000564	0,00068	55	0,50	-	-	-	-	0

**Вещество: 3834**  
**1,1-диметилгидразин**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,003236	3,23621E-06	139	1,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,001086	1,08550E-06	73	6,60	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000362	3,62102E-07	156	1,50	-	-	-	-	0

**Вещество: 6204**  
**Азота диоксид, серы диоксид**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,031563	-	139	1,50	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,012029	-	68	1,50	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,011434	-	89	0,50	-	-	-	-	0

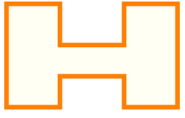
**Вещество: 0317**  
**Гидроцианид (Синильная кислота)**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000047	4,66032E-07	-	-	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000012	1,23180E-07	-	-	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000008	7,51491E-08	-	-	-	-	-	-	0

**Вещество: 0703**  
**Бенз/а/пирен**

№	Коорд Х(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
2	8914,80	5834,70	2,00	0,000789	7,89309E-10	-	-	-	-	-	-	0
1	5788,00	14939,30	2,00	0,000775	7,75412E-10	-	-	-	-	-	-	0
3	5389,50	2217,40	2,00	0,000438	4,37802E-10	-	-	-	-	-	-	0

## Условные обозначения



Жилые зоны



Расчетные площадки

РТ №003 (Н) Расчетные точки

# Отчет

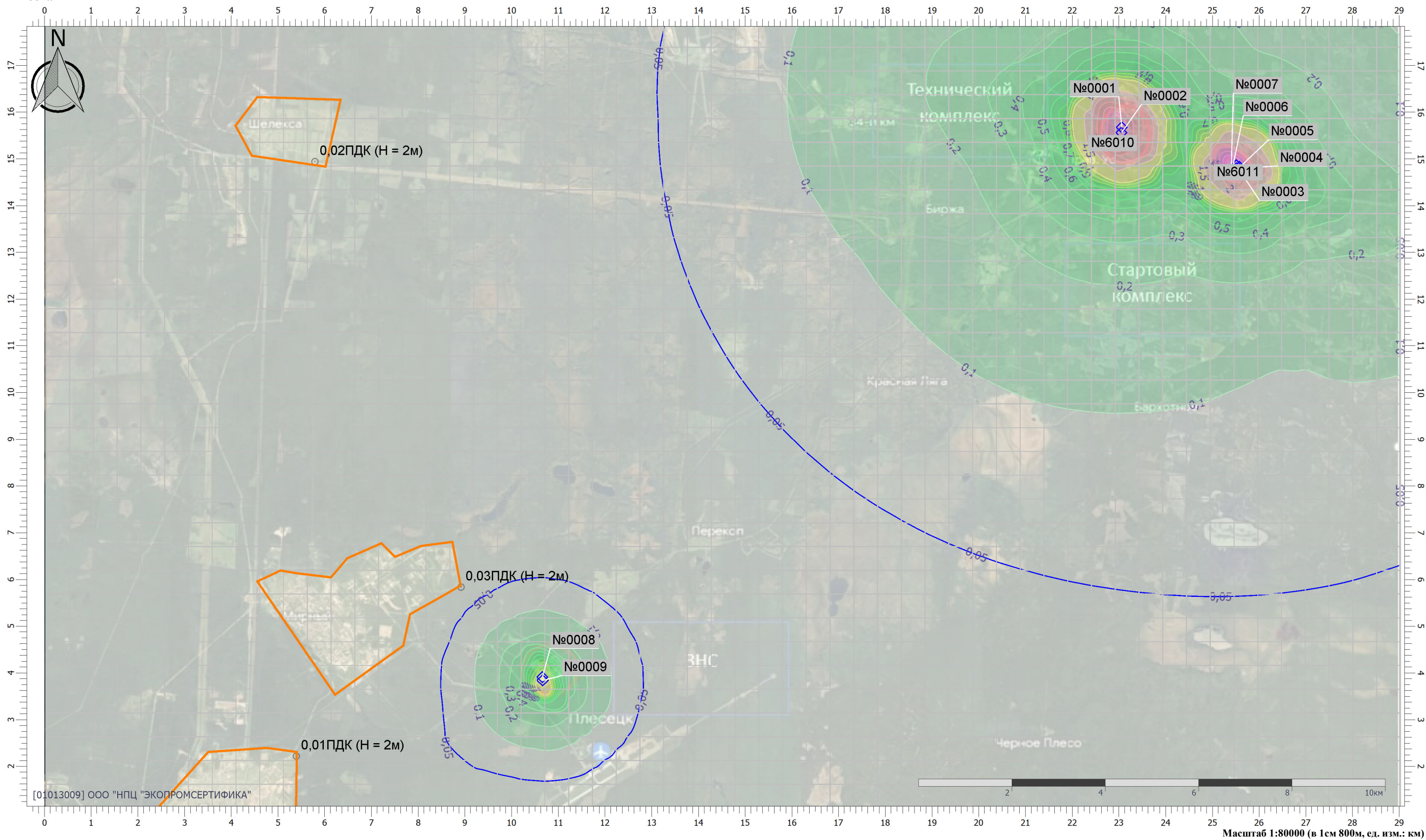
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

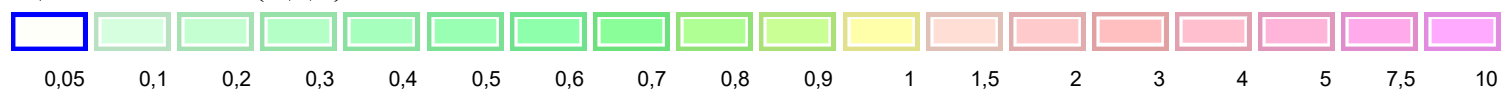
Код расчета: 0301 (Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

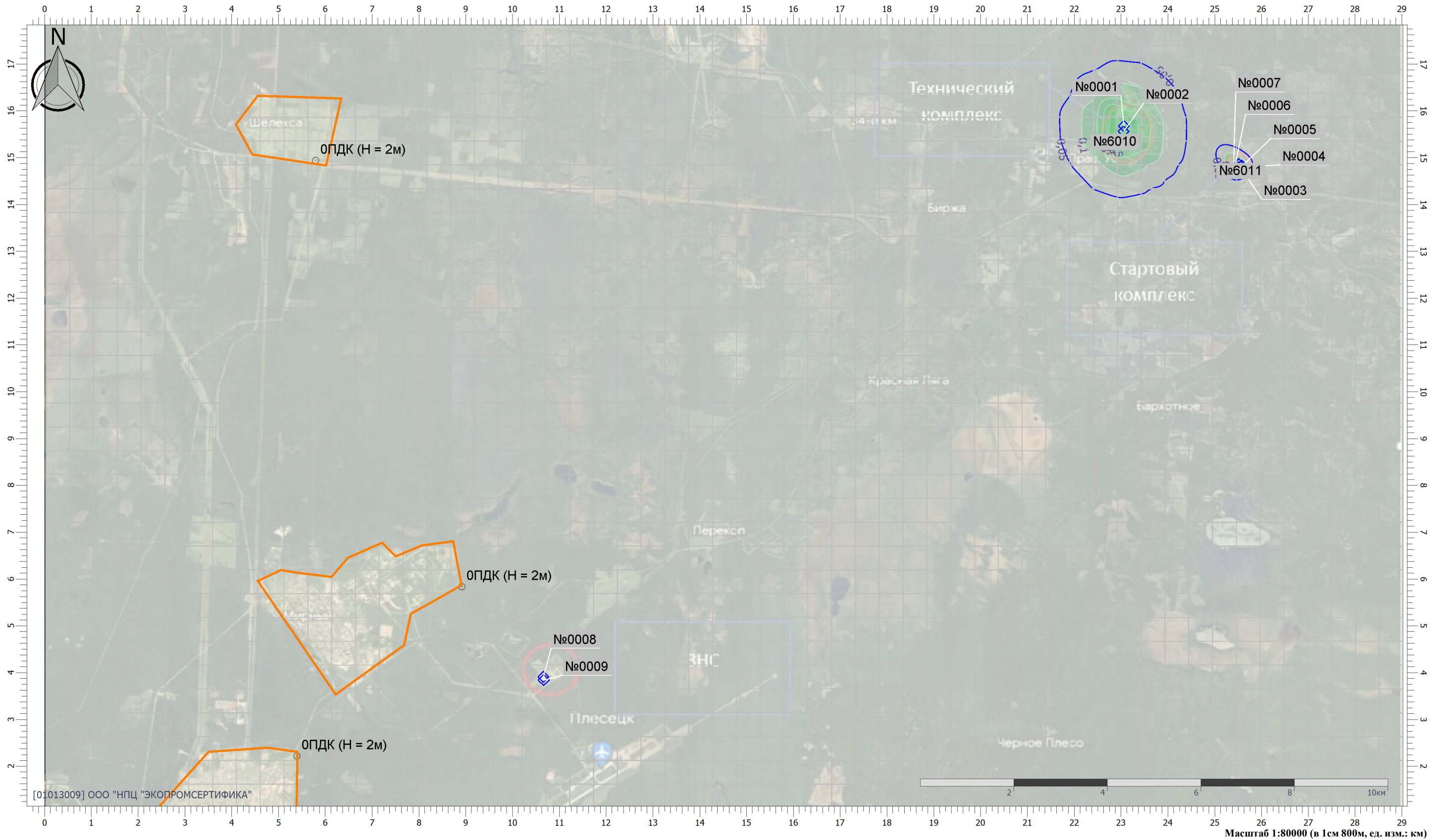
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

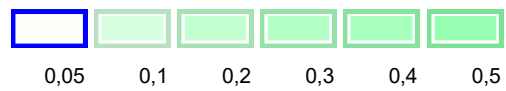
Код расчета: 0304 (Азот (II) оксид (Азот монооксид))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

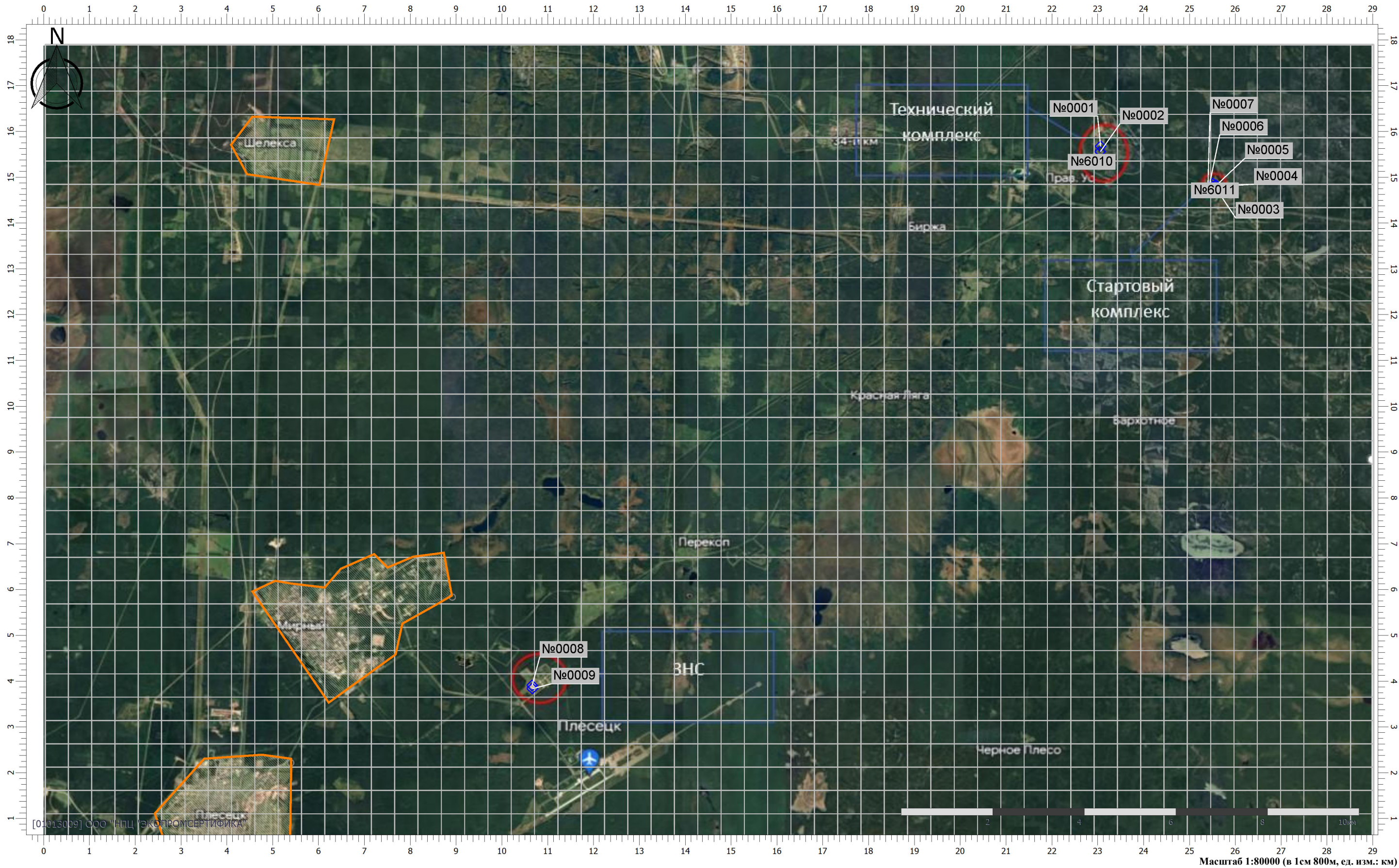
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 0317 (Гидроцианид (Синильная кислота))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)

Масштаб 1:80000 (в 1см 800м, ед. изм.: км)

# Отчет

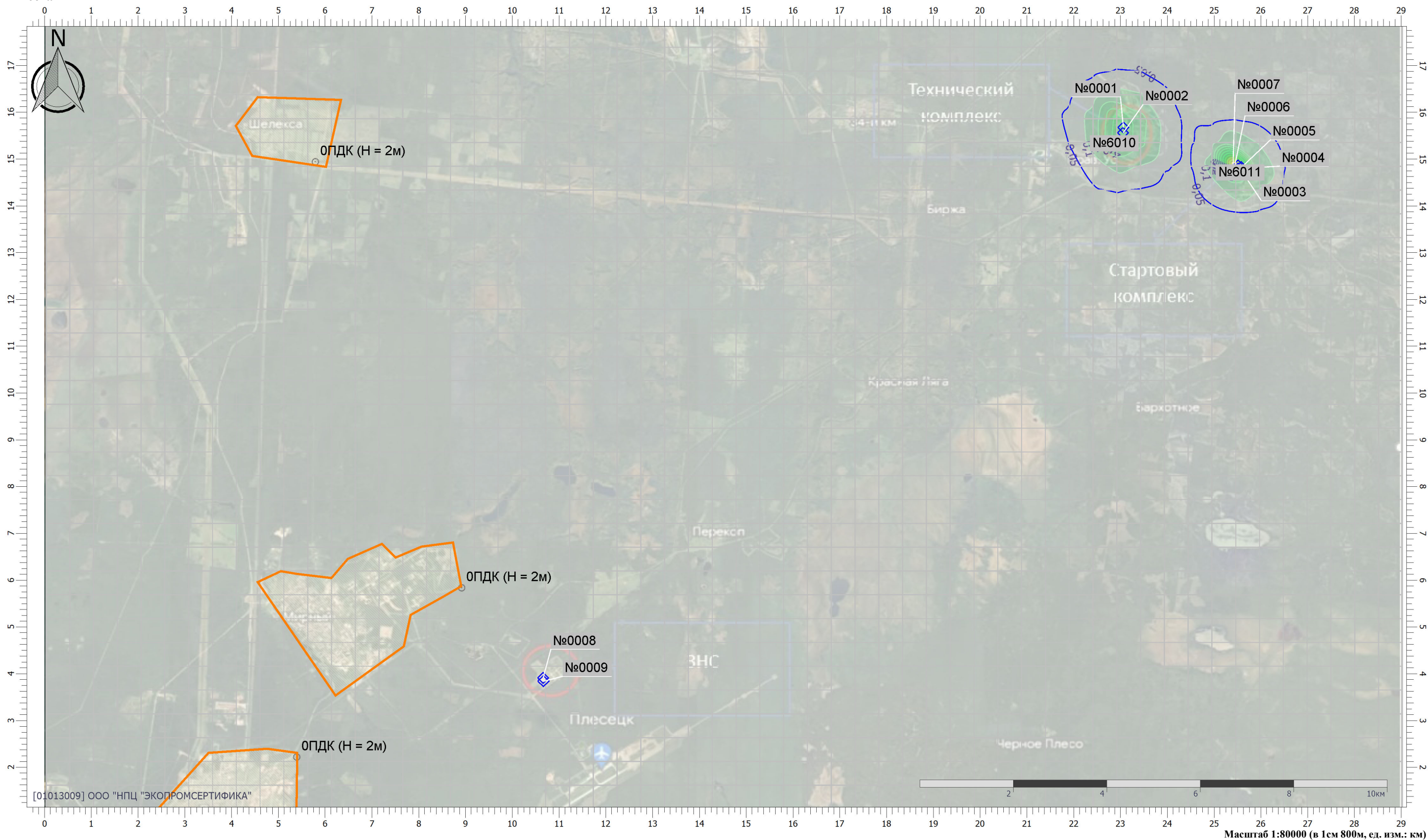
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

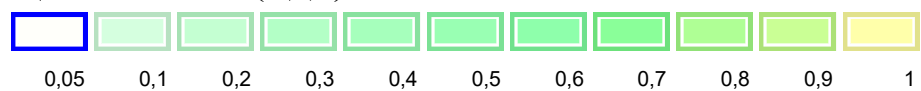
Код расчета: 0328 (Углерод (Пигмент черный))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

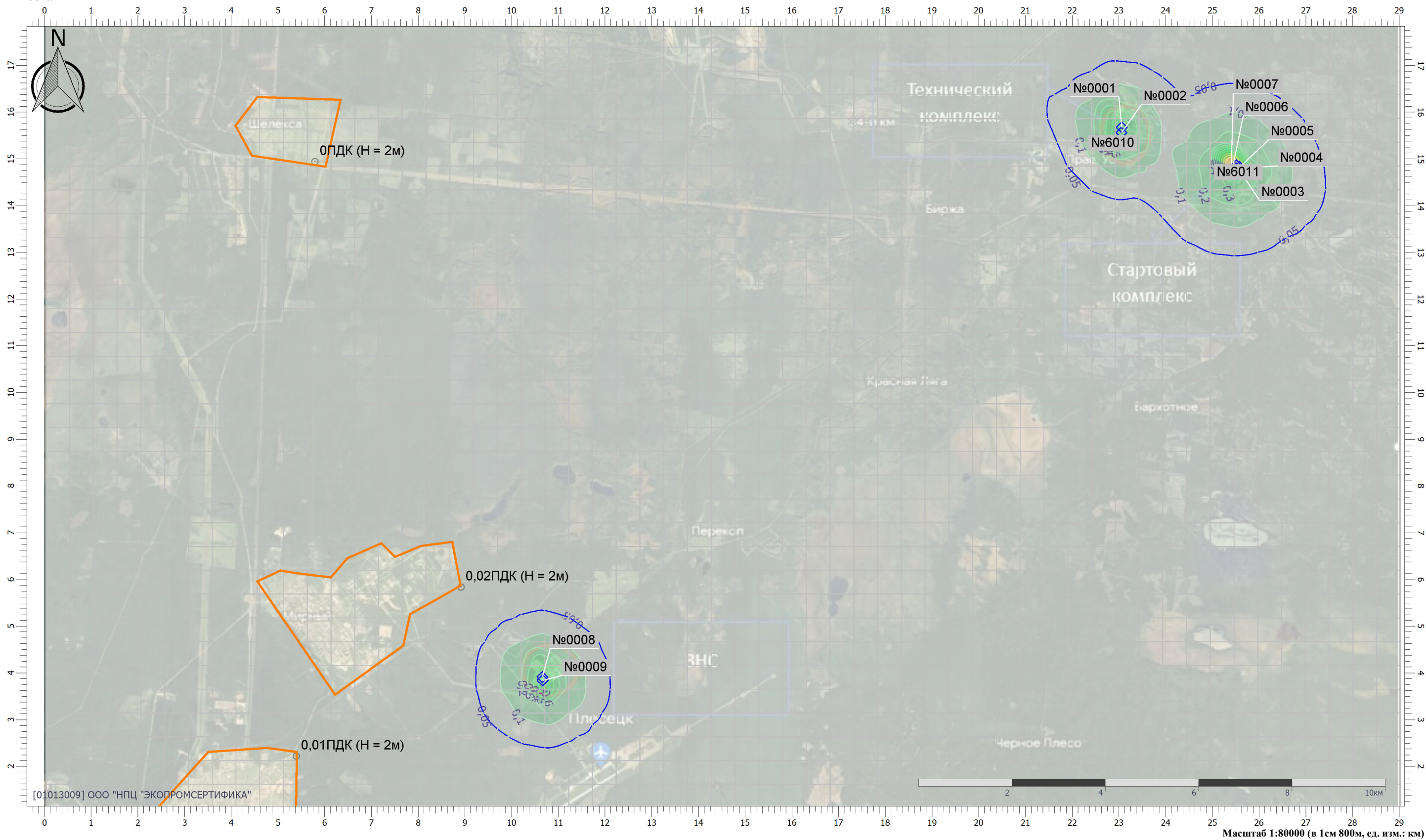
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 0330 (Сера диоксид)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

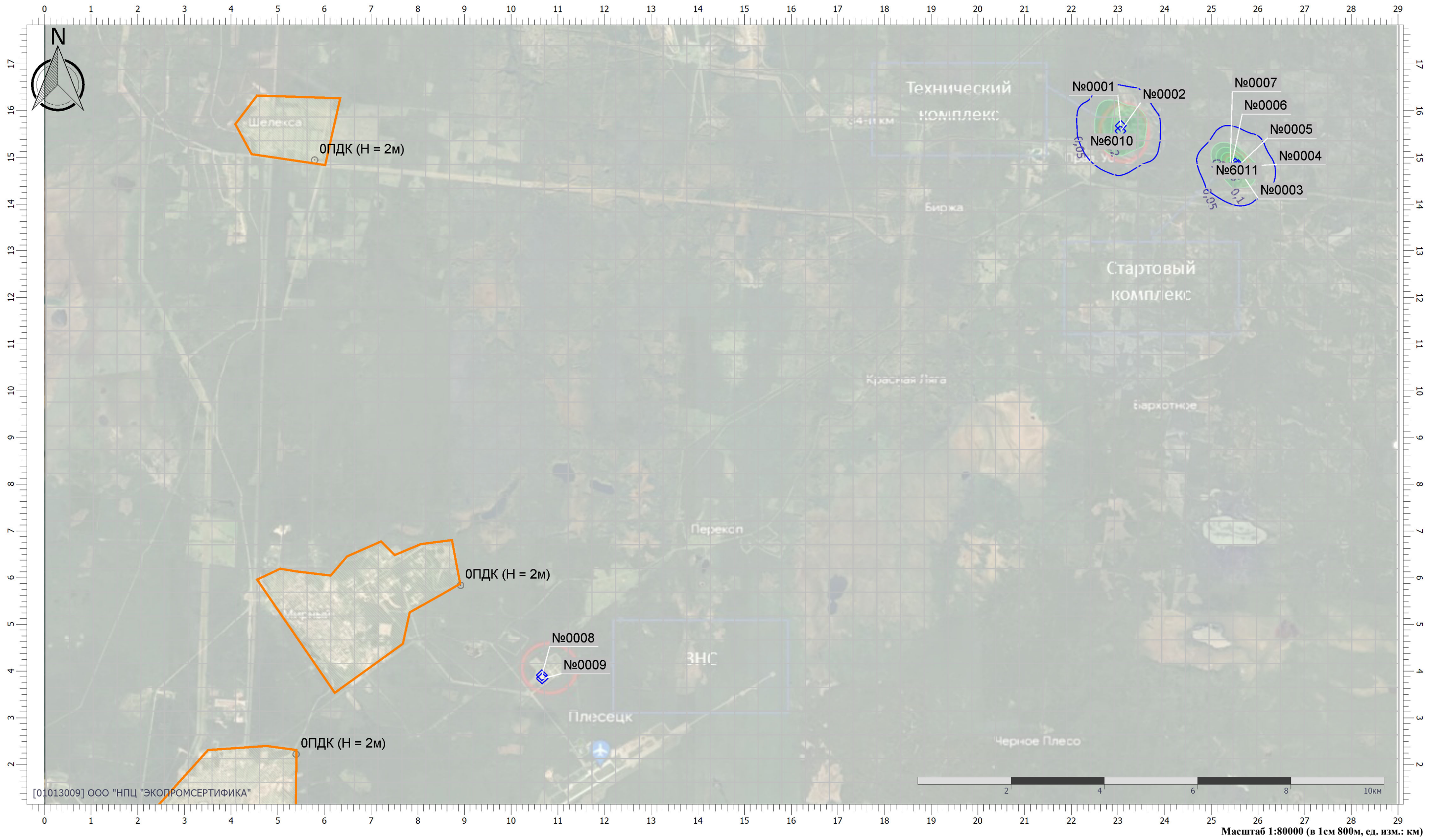
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

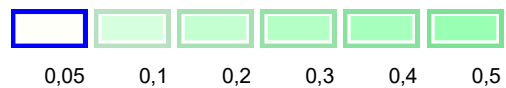
Код расчета: 0337 (Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

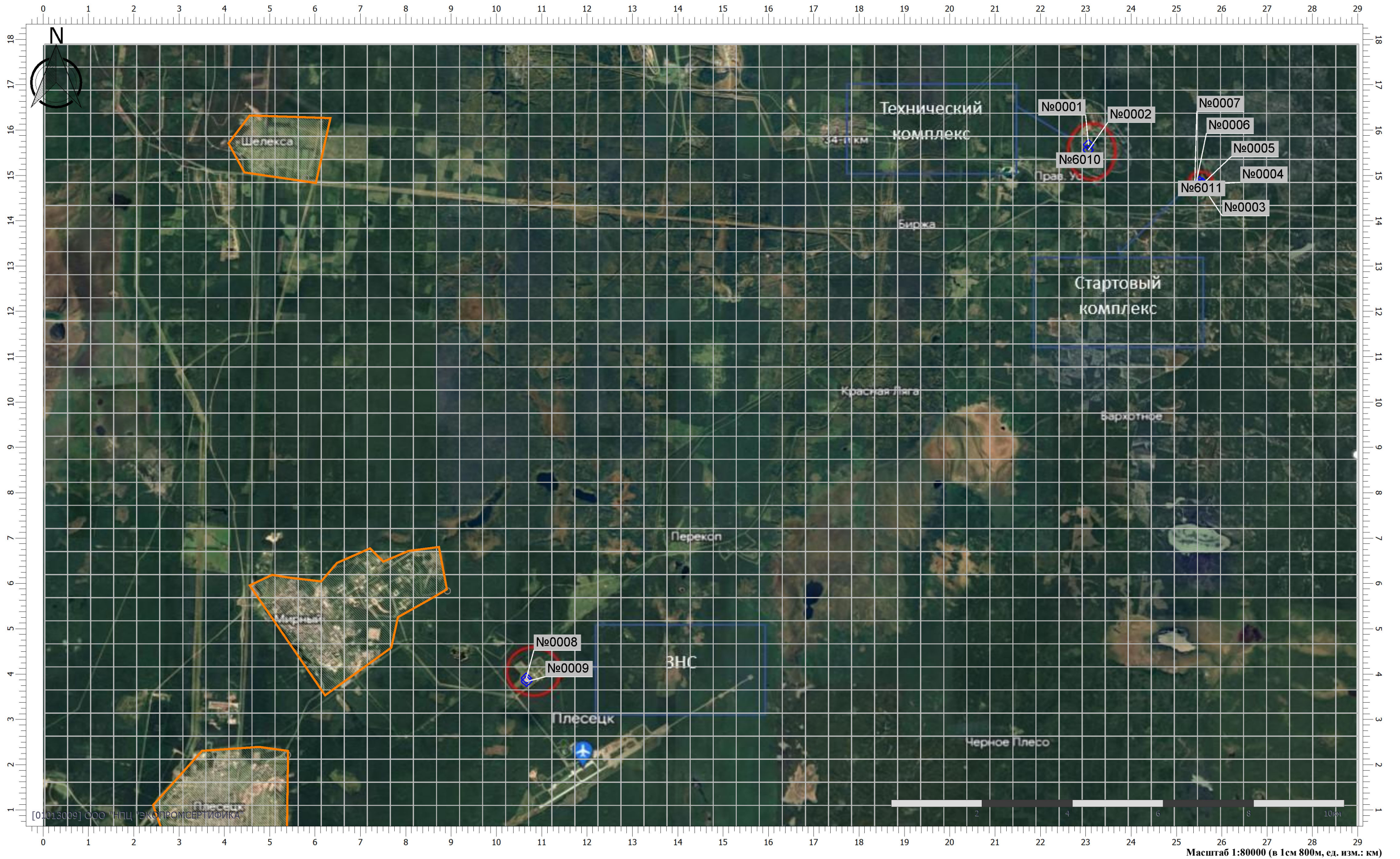
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 0703 (Бенз/а/пирен)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)

Масштаб 1:80000 (в 1см 800м, ед. изм.: км)

# Отчет

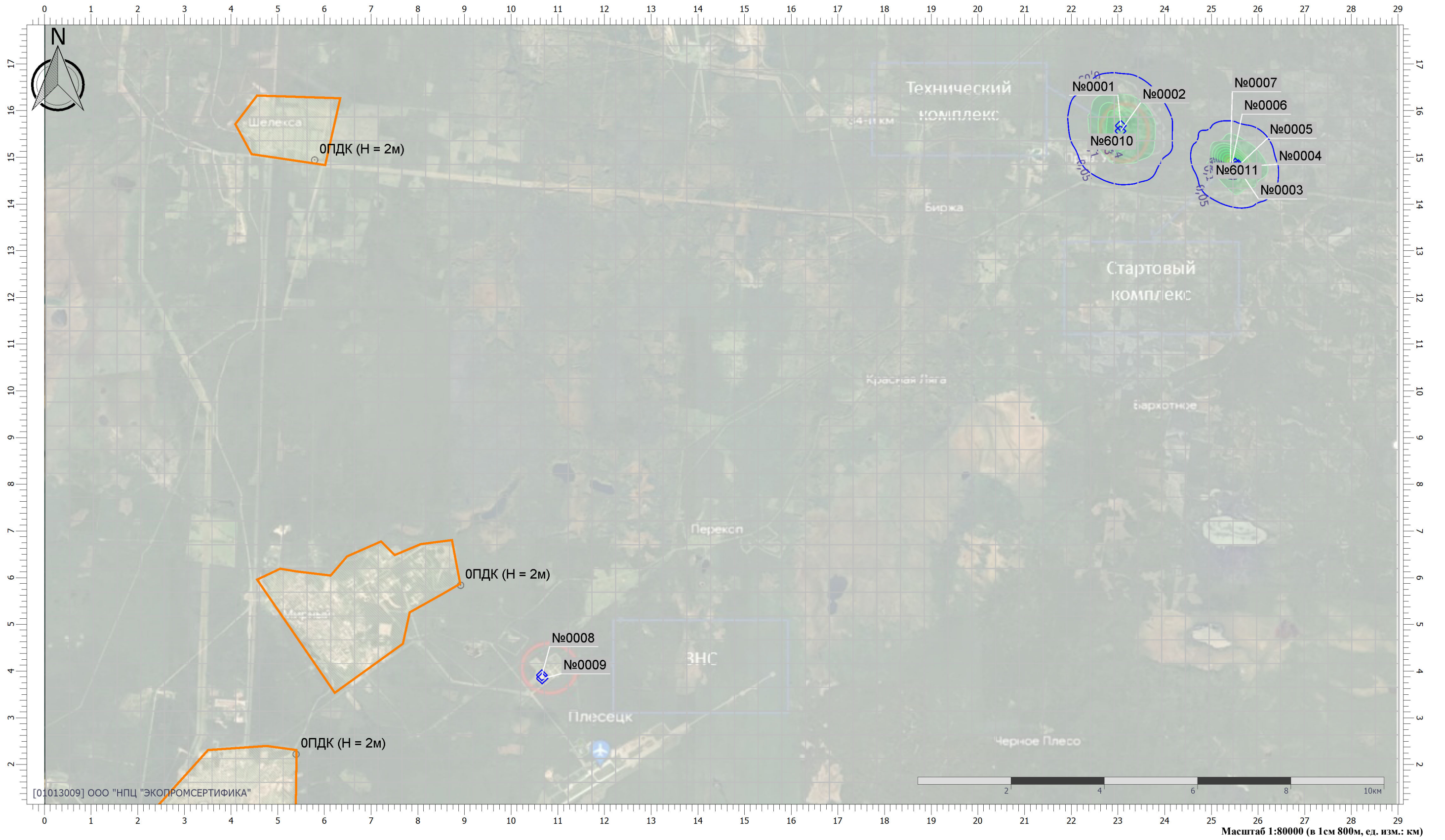
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

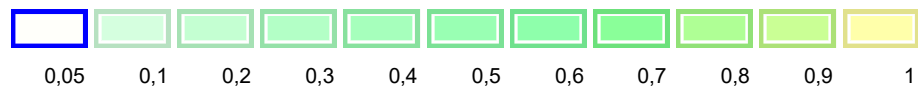
Код расчета: 1325 (Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

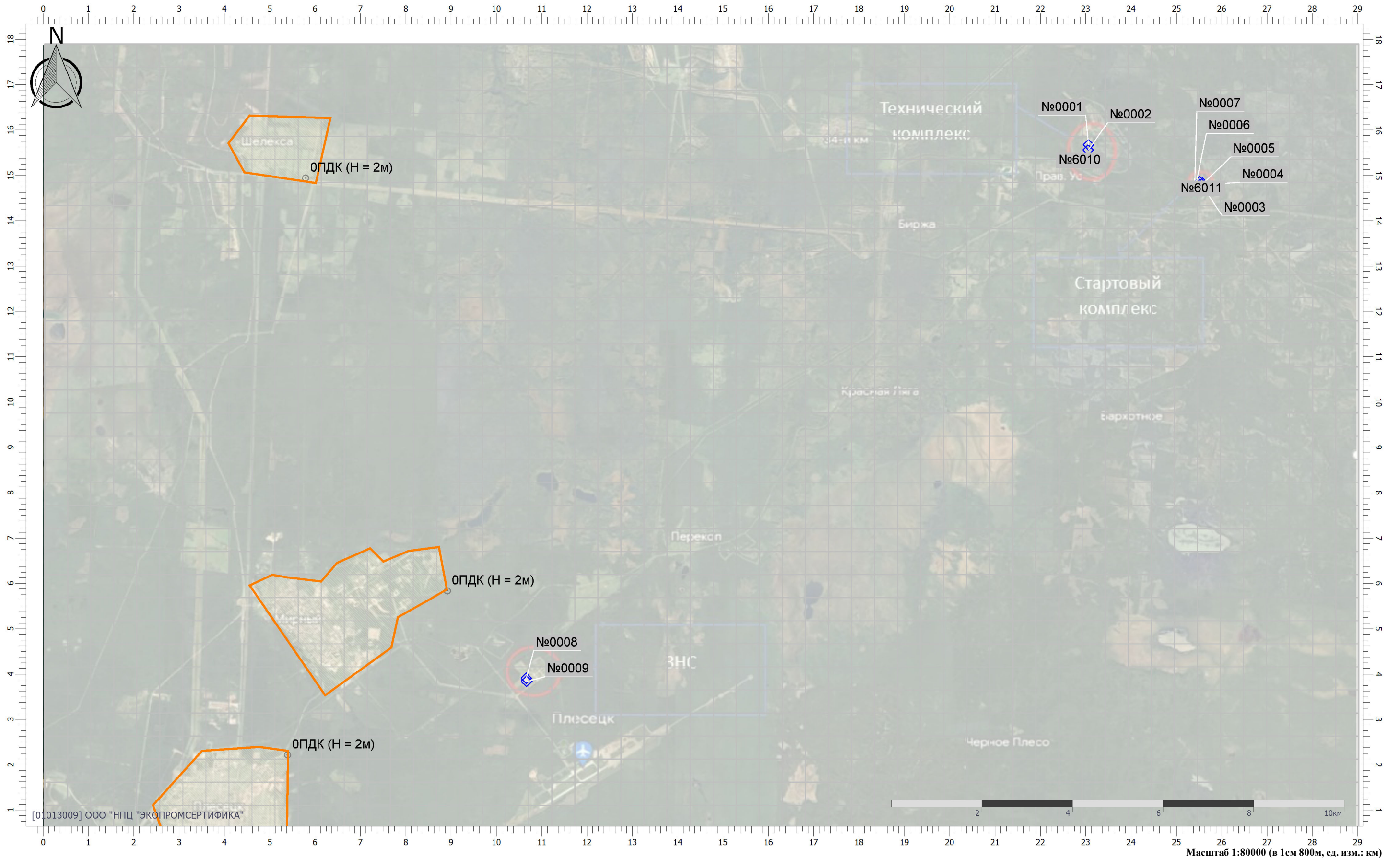
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 2704 (Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)

Масштаб 1:80000 (в 1см 800м, ед. изм.: км)

# Отчет

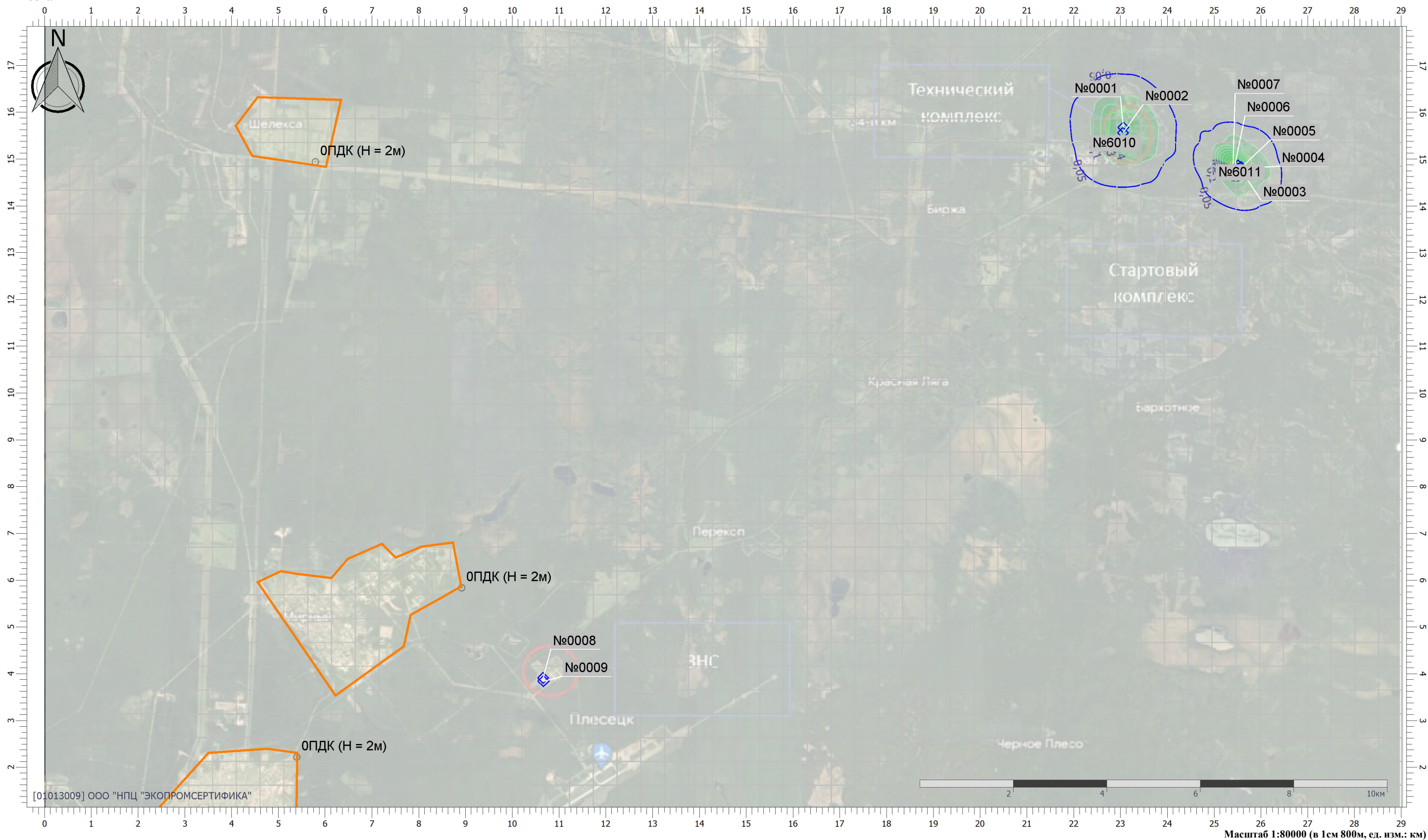
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 2732 (Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

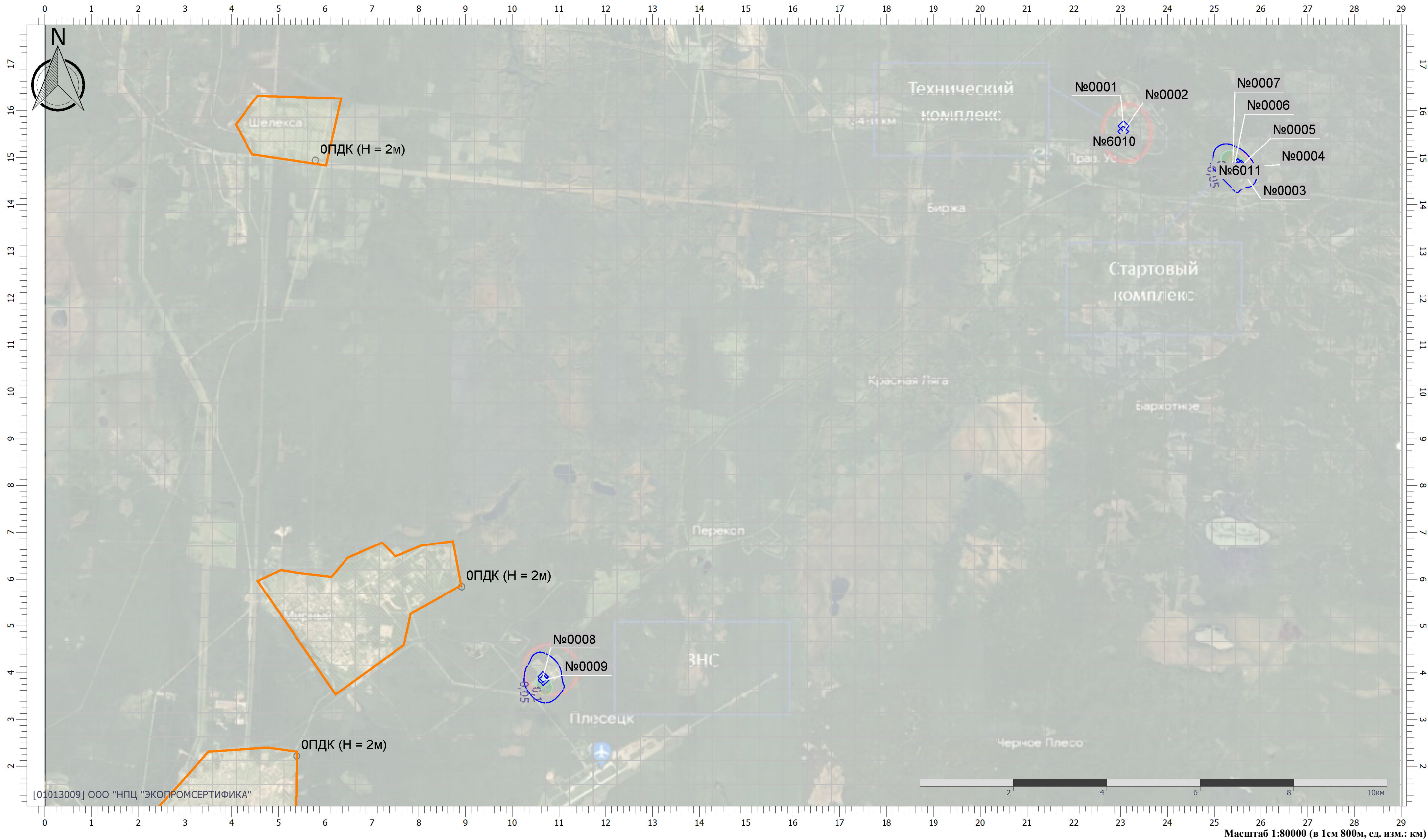
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

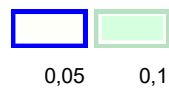
Код расчета: 3834 (1,1-диметилгидразин)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

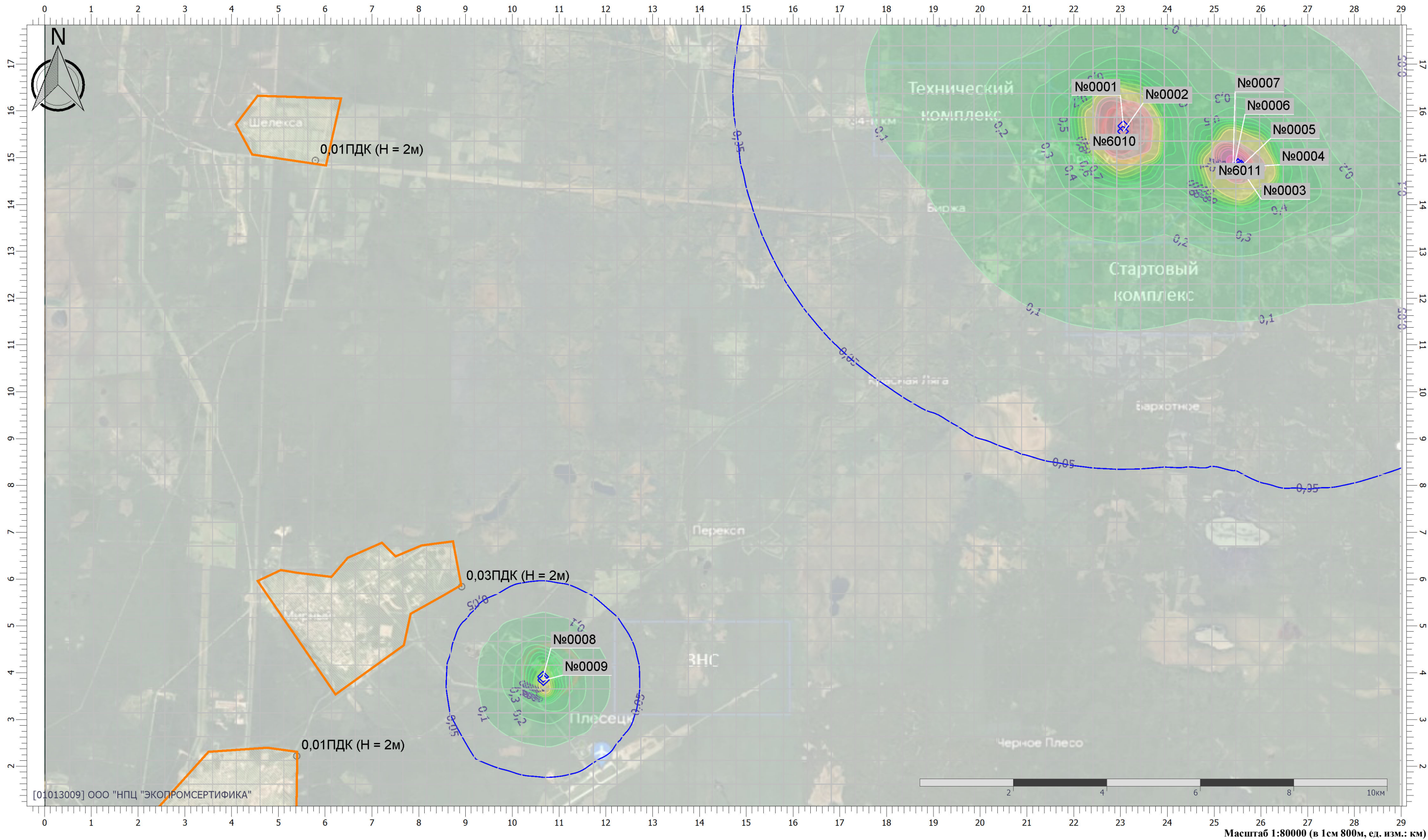
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

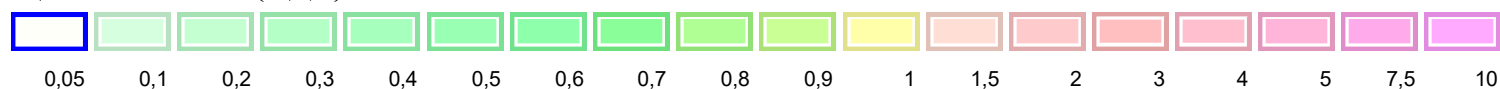
Код расчета: 6204 (Азота диоксид, серы диоксид)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



# Отчет

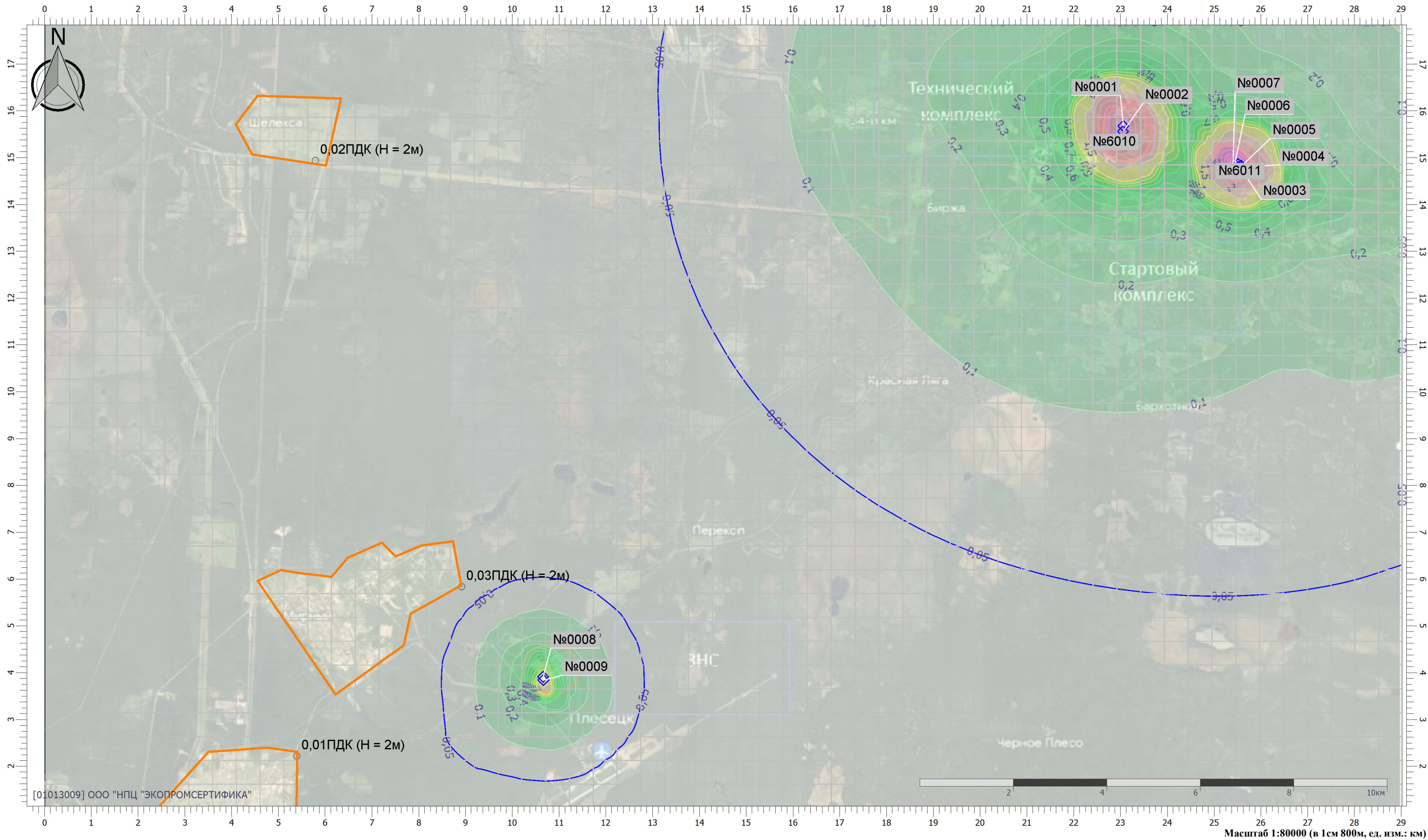
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Расчет рассеивания по МРР-2017 [27.04.2023 14:21 - 27.04.2023 14:22] , ЛЕТО

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: Все вещества (Объединённый результат)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



Масштаб 1:80000 (в 1 см 800м, ед. изм.: км)

# Отчет

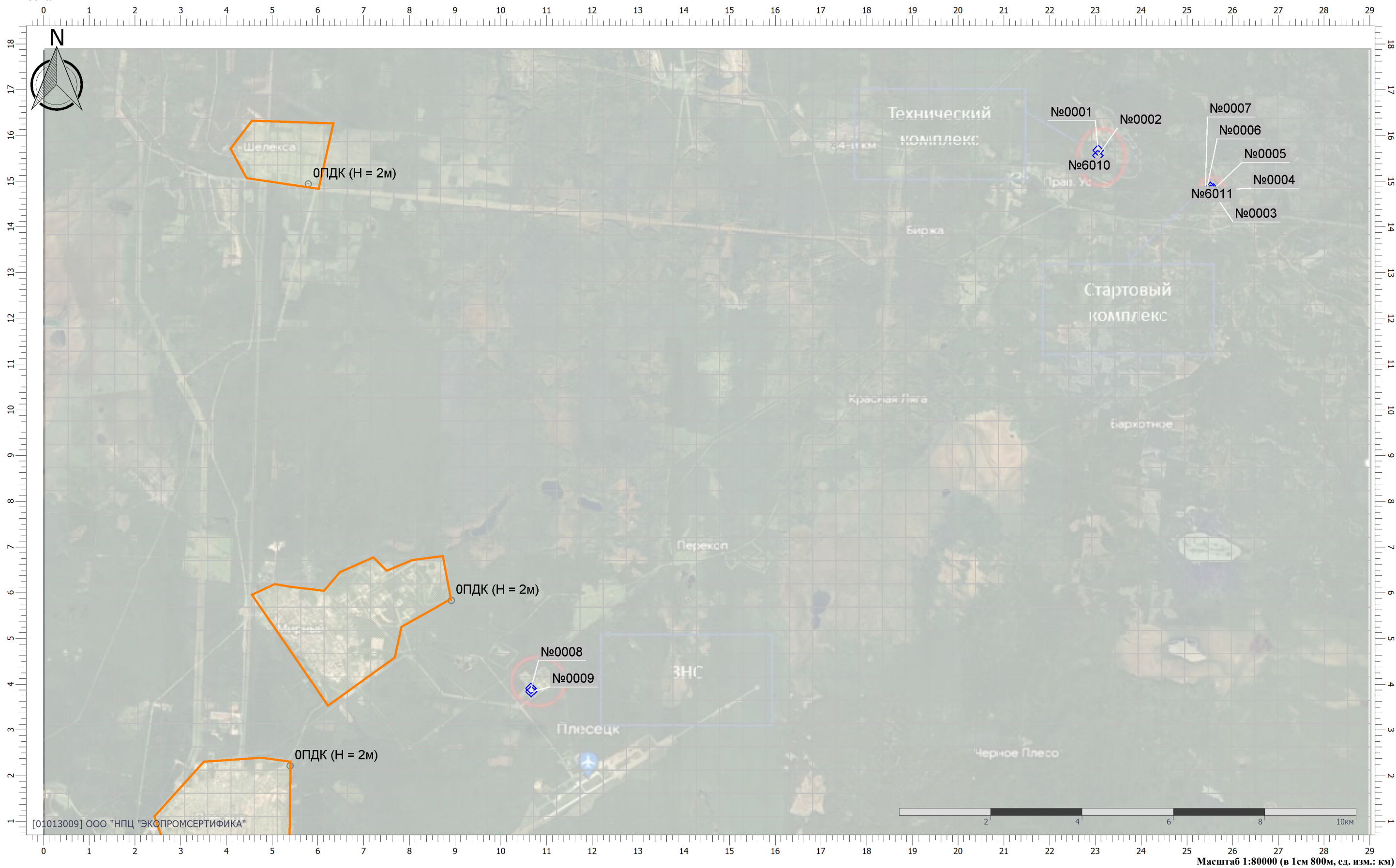
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Упрощенный расчет среднегодовых концентраций по МРР-2017 [27.04.2023 14:31 - 27.04.2023 14:31]

Тип расчета: Расчеты по веществам

Код расчета: 0317 (Гидроцианид (Синильная кислота))

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)

Масштаб 1:80000 (в 1см 800м, ед. изм.: км)

# Отчет

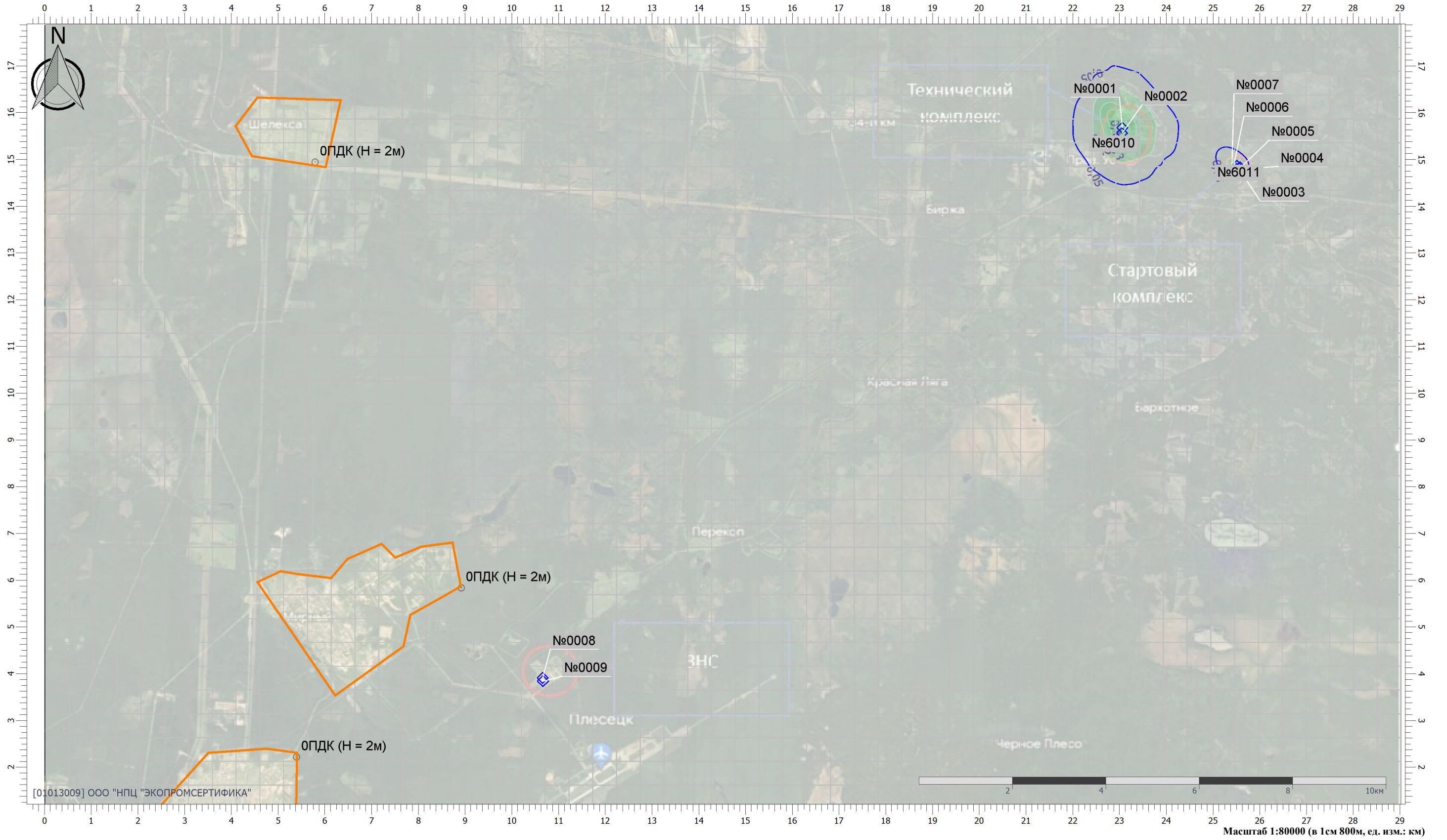
Вариант расчета: КРК Рокот (10) - Упрощенный расчет среднегодовых концентраций по МРР-2017 [27.04.2023 14:31 - 27.04.2023 14:31]

Тип расчета: Расчеты по веществам

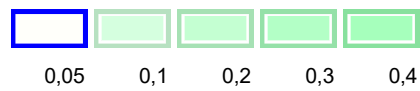
Код расчета: 0703 (Бенз/а/пирен)

Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)

Высота 2м



Цветовая схема (ПДК)



Масштаб 1:80000 (в 1см 800м, ед. изм.: км)

**Результаты натурных измерений шумовых характеристик.**

**Расчеты акустического воздействия и распространения звука в  
атмосферном воздухе**

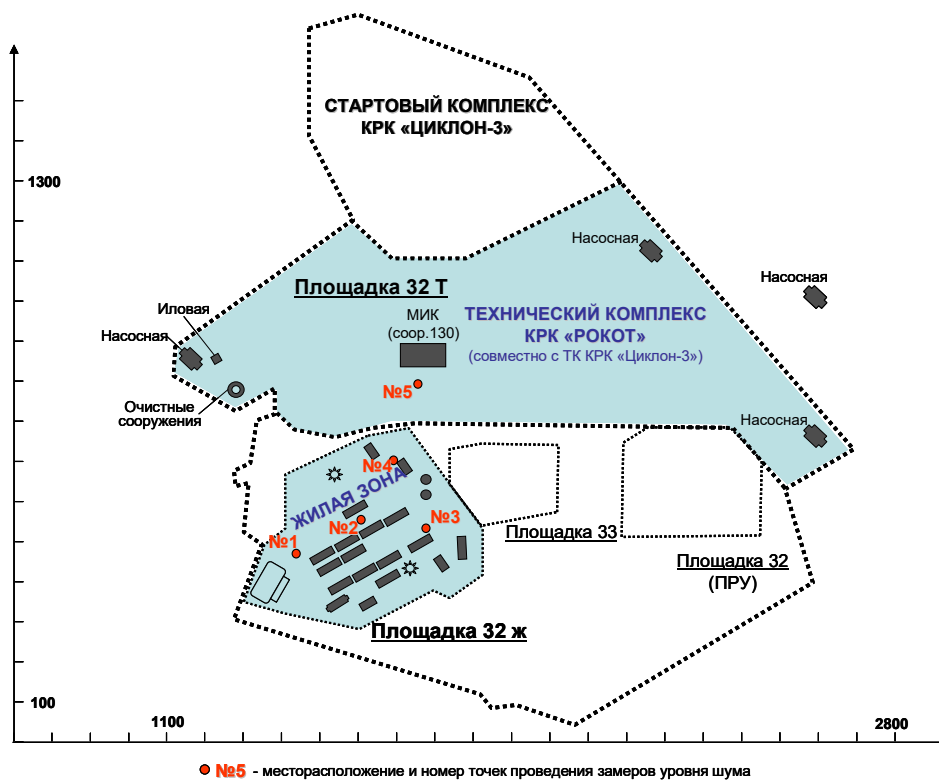
Выписка из отчета  
«О замерах шума на территории наземной инфраструктуры РКК «Рокот»»

**Площадки 32т, 32ж**

Место проведения замеров: согласно схеме (см. рис. 1).

Средства измерения: SVAN – 945A (№ 4894).

Нормативно-техническая документация, в соответствии с которой проводились измерения: СН 2.2.4/2.1.8.562-96.



**Рис. 1. Месторасположение точек проведения замеров шумовых характеристик на территории технического комплекса РКК «Рокот»**

№ п/п	№ точки замера по схеме	Место проведения замера	Характер шума	Уровень звука (эквивалентный уровень звука), дБА	Допустимое значение по норме, дБА
1	1	Общежитие	широкополосный	68,5/-	75/65*
2	2	Казарма	широкополосный	71,3/-	75/65*
3	3	Казарма	широкополосный	70,9/-	75/65*
4	4	Хранилище агрегатов	широкополосный	62,5/-	80
5	5	МИК (соор. 130)	широкополосный	74,4/-	80

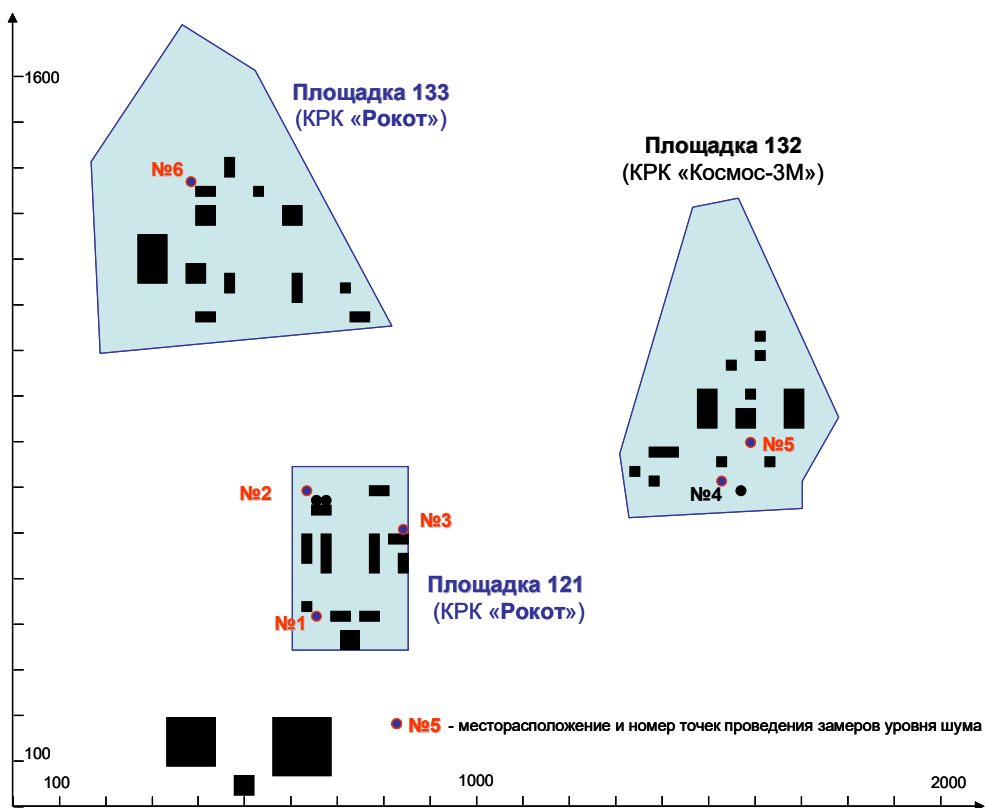
*Примечание:* \* допустимые значения в зависимости от времени суток: в числителе – с 7 до 23 часов, в знаменателе – с 23 до 7 часов.

## Площадки 121, 133, 132

Место проведения замеров: согласно схеме (см. рис. 2).

Средства измерения: SVAN – 945A (№ 4894).

Нормативно-техническая документация, в соответствии с которой проводились измерения: СН 2.2.4/2.1.8.562-96.



**Рис. 2. Месторасположение точек проведения замеров шумовых характеристик на территории стартового комплекса РКК «Рокот»**

№ п/п	№ точки замера по схеме	Место проведения замера	Характер шума	Уровень звука (эквивалентный уровень звука), дБА	Допустимое значение по норме, дБА
1	1	Насосная станция паров и промстоков	широкополосный	72,8	80
2	2	Мазутонасосная	широкополосный	73,1	80
3	3	ТП	широкополосный	69,4	80
4	4	Склад «О»	широкополосный	77,3	80
5	5	Командный пункт	широкополосный	75,7	80
6	6	Технический блок	широкополосный	76,5	80

**Расчеты акустического воздействия и распространения звука в атмосферном воздухе  
Расчет произведен программой «Шум от автомобильных дорог», версия 1.1.2.4 (от  
25.04.2018)**

Copyright© 2015-2018 Фирма «Интеграл»  
Программа зарегистрирована на: ЭкоСертифика  
Регистрационный номер: 01-01-5851

**Подвижные агрегаты**

**Результаты расчетов**

Источники шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах с СГЧ в Гц									La, дБА	La макс., дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
[№ 007] Подвижные агрегаты	43,64	50,14	45,64	42,64	39,64	39,64	36,64	30,64	18,14	43,64	76,9

**Расчет произведен по формулам**

**Расчетное значение эквивалентного уровня звука при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях (La), дБА**

$$L_a = 10 \cdot \lg(10^{0.1 \cdot L_{\text{авт. экв.}}}) \text{ (A.1 [1])}$$

**Расчетное значение максимального уровня звука при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях (L макс.), дБА**

$$L_a \text{ макс.} = 10 \cdot \lg(10^{0.1 \cdot L_{\text{авт. макс.}}}) \text{ (A.1 [1])}$$

**Эквивалентный уровень звука автомобильного транспортного потока ( $L^{\text{авт. экв.}}$ ), дБА**

$$L^{\text{авт. экв.}} = L_{\text{трп}} + L_{\text{груз}} + L_{\text{ск}} + L_{\text{ук}} + L_{\text{пок}} + L_{\text{рп}} + L_{\text{перес}} = 43,64 \text{ дБА (6.1 [3])}$$

**Максимальный уровень звука автомобильного транспортного потока ( $L^{\text{авт. макс.}}$ ), дБА**

$$L^{\text{авт. макс.}} = 80 + 32 \cdot \lg(V/50) = 76,9 \text{ дБА (п.6.6 [3])}$$

Среднегодовая суточная интенсивность движения: 5 авт./сут.

$$N = 0.076 \cdot N_{\text{сут.}} = 0,38 \text{ авт./ч (3 [1])}$$

Прогнозируемая скорость движения автомобильного транспортного потока (V): 40 км/ч

Прогнозируемая доля грузовых автомобилей и автобусов в составе потока (p): 100 %

**Программа основана на следующих методических документах:**

1. Приказ № 893/пр от 03.12.2016 об утверждении свода правил «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков», Минстрой России, Москва 2016г.
2. «Защита от шума» Актуализированная редакция, СНиП 23-03-2003, Москва, 2011 г
3. «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам (первая редакция)», Федеральное Дорожное Агентство (РОСАВТОДОР), Москва 2011 г.

**Эколог-Шум. Модуль печати результатов расчета**  
**Copyright © 2006-2021 ФИРМА "ИНТЕГРАЛ"**  
**Источник данных: Эколог-Шум, версия 2.5.0.4581 (от 07.07.2021) [3D]**  
**Серийный номер 01013009, ООО "НПЦ "ЭКОПРОМСЕРТИФИКА"**

**1. Исходные данные**

**1.1. Источники постоянного шума**

N	Объект	Координаты точки			Уровни звукового давления (мощности, в случае R = 0), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц										La,экв	В расчете
		X (м)	Y (м)	Высота подъема (м)	Дистанция замера (расчета) R (м)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
001	ДЭС	22744.40	15266.90	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
002	ДЭС	22751.40	15238.90	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
003	ДЭС	25210.80	14575.60	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
004	ДЭС	25245.80	14655.00	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
005	ДЭС	25278.50	14640.90	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
006	АН 11Г426	10572.20	3814.10	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да
008	АН 11Г427	10572.20	3814.10	0.00		75.0	73.0	82.0	69.0	63.0	64.0	62.0	60.0	48.0	70.8	Да

**1.2. Источники непостоянного шума**

N	Объект	Координаты точек (X, Y, Высота подъема)	Ширина (м)	Высота (м)	Уровни звукового давления (мощности, в случае R = 0), дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц										t	T	La,экв	La,макс	В расчете
					Дистанция замера (расчета) R (м)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000					
007	Подвижные агрегаты	(22559.8, 15328.7, 0), (22648.6, 14969, 0)	14.00		7.5	46.8	53.3	48.8	45.8	42.8	42.8	39.8	33.8	21.3	8.0	16.0	46.8	76.9	Да
009	Подвижные агрегаты	(25216.6, 14890.8, 0), (25305.4, 14531.1, 0)	14.00		7.5	46.8	53.3	48.8	45.8	42.8	42.8	39.8	33.8	21.3	8.0	16.0	46.8	76.9	Да

**2. Условия расчета**

**2.1. Расчетные точки**

N	Объект	Координаты точки			Тип точки	В расчете
		X (м)	Y (м)	Высота подъема (м)		
1	Шелекса	5722.30	15123.20	1.50	Расчетная точка пользователя	Да
2	Мирный	7824.40	5488.70	1.50	Расчетная точка пользователя	Да
3	Плесецк	5109.20	1605.70	1.50	Расчетная точка пользователя	Да

## 2.2. Расчетные площадки

N	Объект	Координаты точки 1		Координаты точки 2		Ширина (м)	Высота подъема (м)	Шаг сетки (м)		В расчете
		X (м)	Y (м)	X (м)	Y (м)			X	Y	
002	Расчетная площадка	0.00	8817.00	28553.10	8817.00	17458.80	1.50	1502.79	1587.16	Да

Вариант расчета: "Эколог-Шум. Вариант расчета по умолчанию"

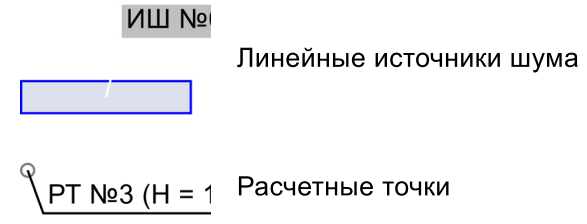
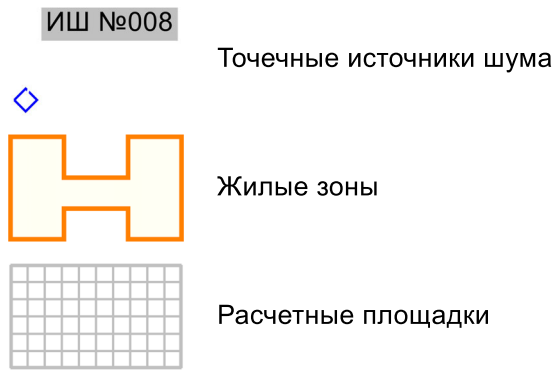
## 3. Результаты расчета (расчетный параметр "Звуковое давление")

### 3.1. Результаты в расчетных точках

Точки типа: Расчетная точка пользователя

Расчетная точка		Координаты точки		Высота (м)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	La.экви	La.макс
N	Название	X (м)	Y (м)		0	0	8.5	0	0	0	0	0	0	0	0.00
1	Шелекса	5722.30	15123.20	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	8.50
2	Мирный	7824.40	5488.70	1.50	0	0	8.5	0	0	0	0	0	0	0.00	8.50
3	Плесецк	5109.20	1605.70	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	8.50

## Условные обозначения



# Отчет

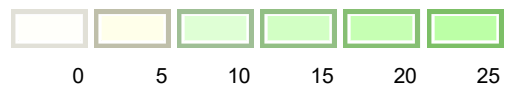
Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 31.5Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 31.5Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)



Масштаб 1:75000 (в 1см 750м, ед. изм.: км)

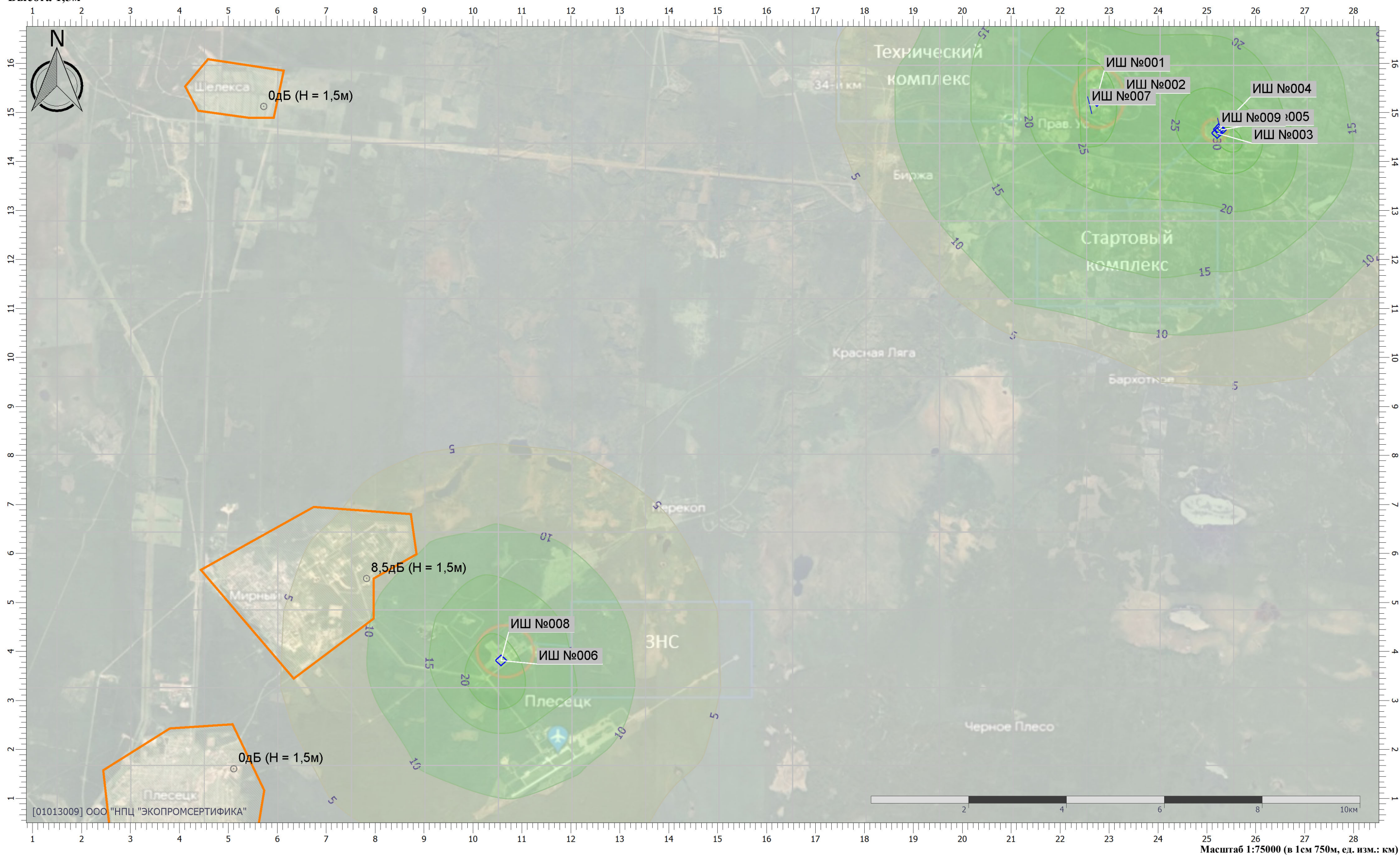


# Отчет

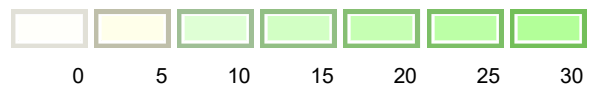
Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 125Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 125Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)

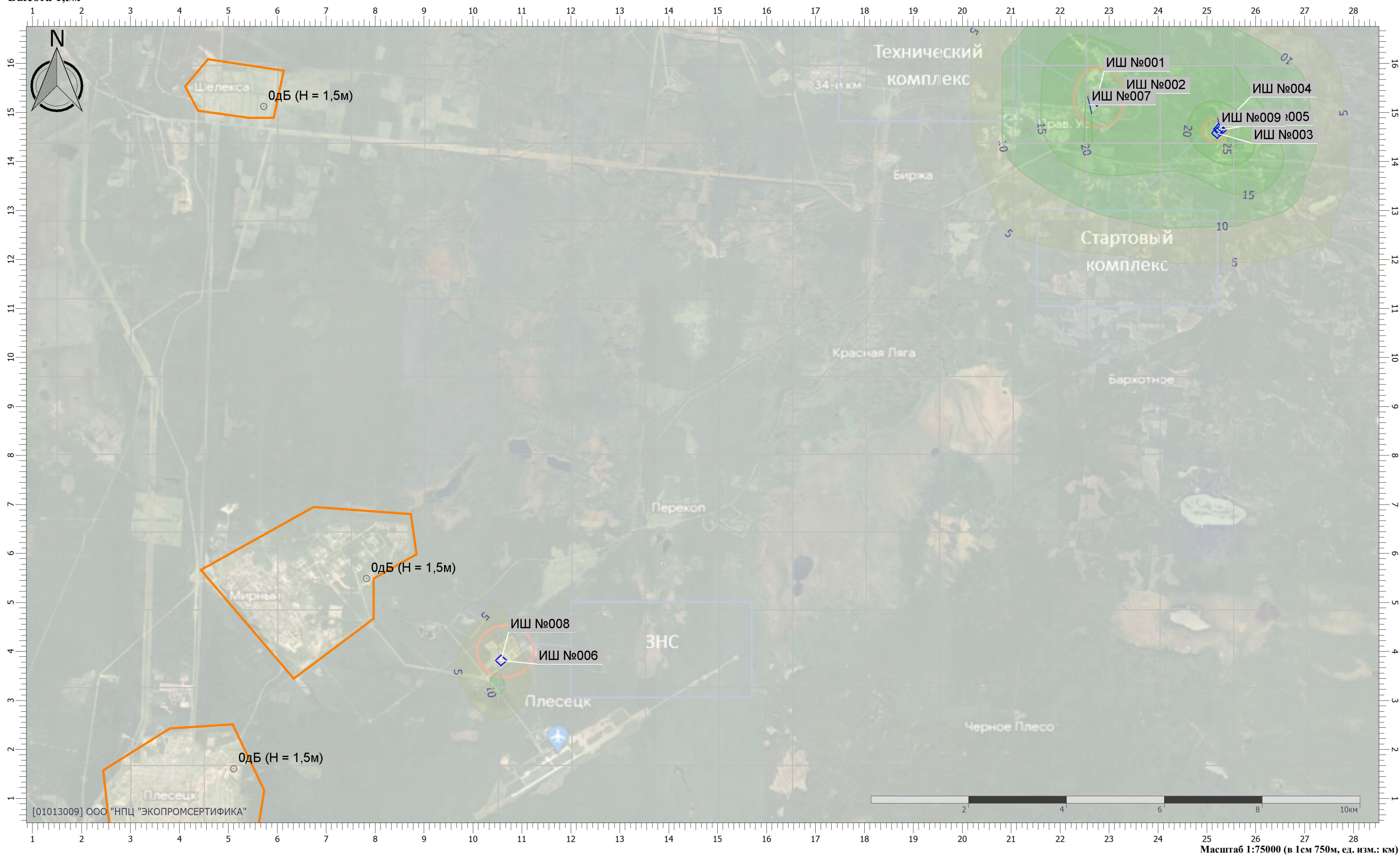


# Отчет

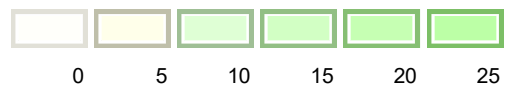
Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 250Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 250Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)



Масштаб 1:75000 (в 1см 750м, ед. изм.: км)

# Отчет

Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 500Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 500Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)



# Отчет

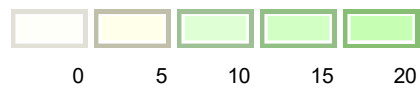
Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 1000Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)



# Отчет

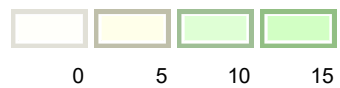
Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 2000Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 2000Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)



# Отчет

Тип расчета: Уровни шума

Код расчета: 4000Гц (УЗД в октавной полосе со среднегеометрической частотой 4000Гц)

Высота 1,5м



Цветовая схема (дБ)

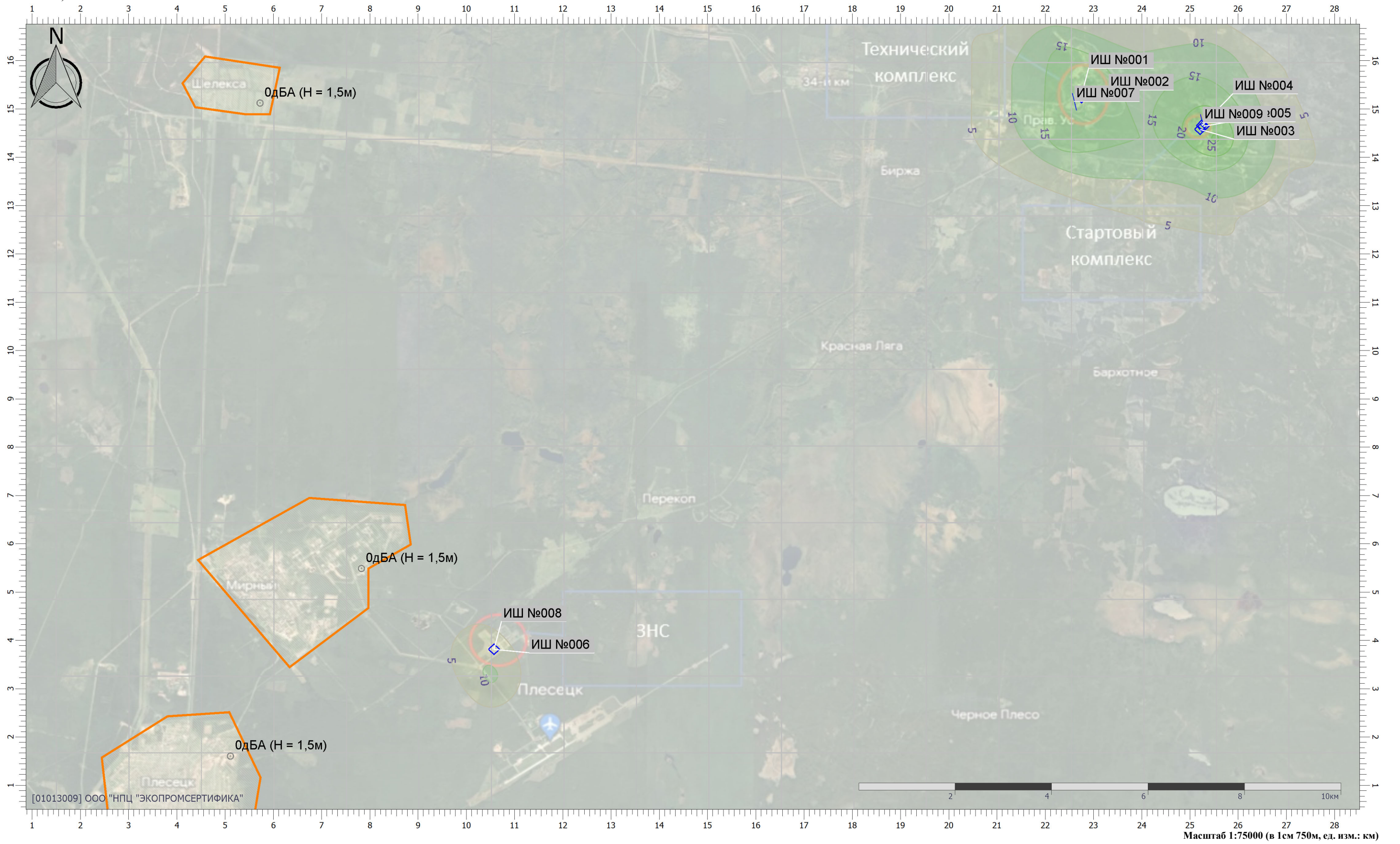


0

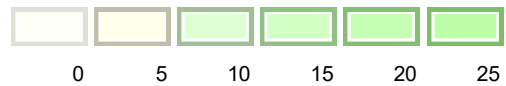


# Отчет

Тип расчета: Уровни шума  
Код расчета: La (Уровень звука)  
Высота 1,5м



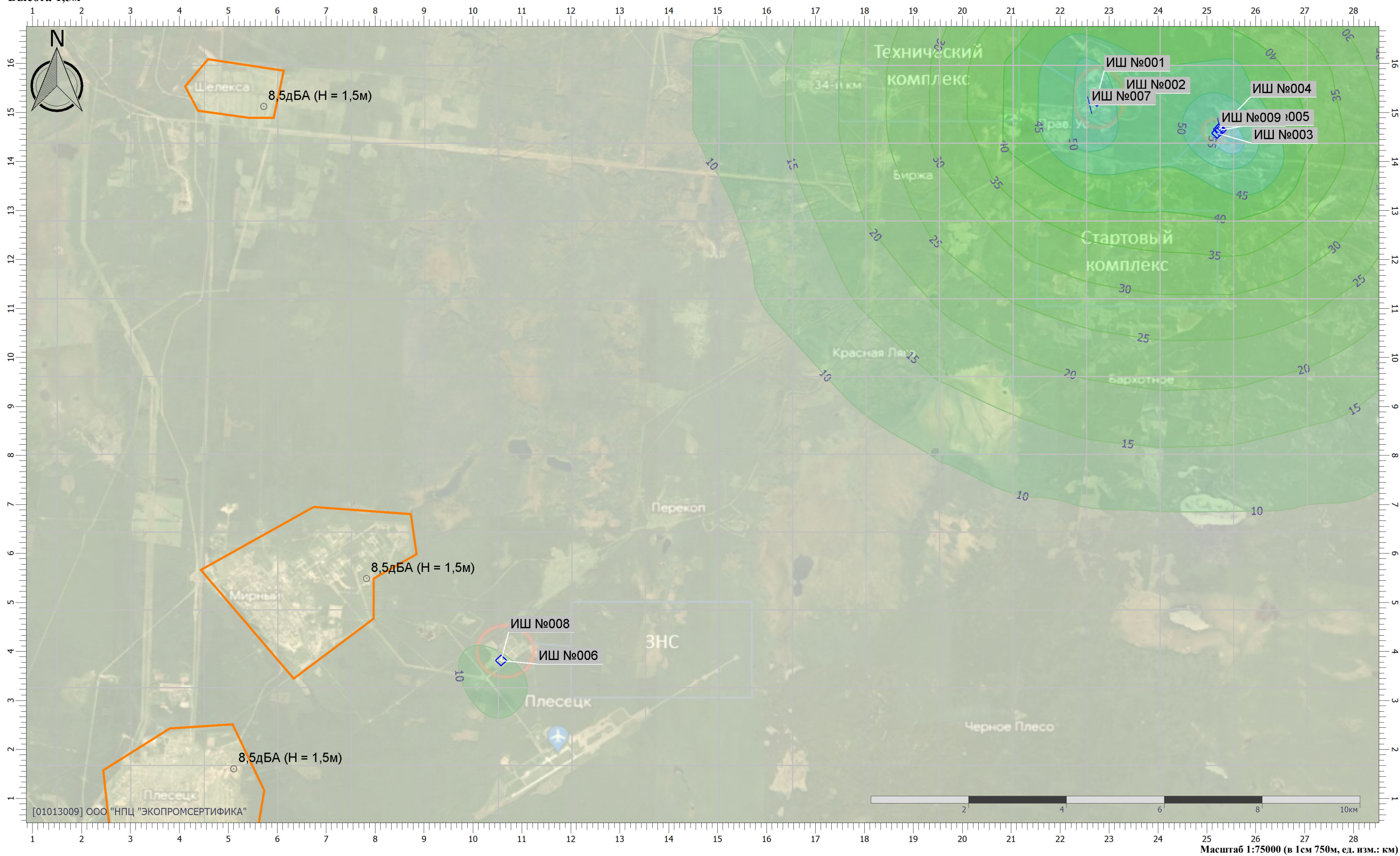
Цветовая схема (дБА)



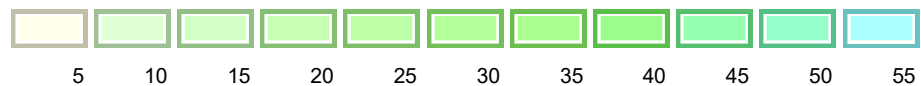
Масштаб 1:75000 (в 1см 750м, ед. изм.: км)

# Отчет

Тип расчета: Уровни шума  
Код расчета: La.max (Максимальный уровень звука)  
Высота 1,5м



Цветовая схема (дБА)



**Общая характеристика КРТ РН «Рокот» и РБ «Бриз-КМ»**

В качестве КРТ на РН "Рокот" и РБ "Бриз-КМ" используются: окислитель – азотный тетраоксид – АТ (ГОСТ В 17656-72) и горючее – несимметричный диметилгидразин - НДМГ (ГОСТ В 17803-72), основные характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

<b>Характеристики</b>	<b>НДМГ</b>	<b>АТ</b>
Химическая формула	$C_2H_8N_2$	$N_2O_4$
Молекулярная масса	60,1	63,01
Температура кипения	63°C	21°C
Класс опасности	1	2

НДМГ - бесцветная жидкость с резким неприятным запахом (запах тухлой селедки). Слабый характерный запах НДМГ ощущается на уровне 0,01 мг/м<sup>3</sup>, в концентрации 0,05...0,08 мг/м<sup>3</sup>- как сильный неприятный запах. Считается, что в природе НДМГ практически не встречается, в то же время, в ходе проведения паспортизации районов падения отработавших ступеней РН был установлен факт наличия в озерах Архангельской области микродоз нитрозодиметиламина (НДМА) естественного происхождения. В связи с этим возникла гипотеза естественного образования НДМГ в илистых отложениях водоемов как продукта гниения органики без доступа кислорода.

НДМГ является высокотоксичной жидкостью. Благодаря большой летучести высока опасность острых ингаляционных отравлений этим компонентом.

Легко окисляется. Окисление НДМГ происходит под действием как кислорода воздуха или кислорода, растворенного в воде, так и под действием других окислителей - оксидов азота, хлора, озона и др.

В результате попадания в почву и водоемы НДМГ может разлагаться и окисляться с образованием воды, углекислого газа и молекулярного азота, а также ряда токсичных продуктов (в зависимости от условий), один из которых - нитрозодиметиламин (НДМА) - является даже более токсичным соединением, обладая канцерогенными свойствами. Другие соединения, такие как метилендиметилгидразин (МДМГ), тетраметилтетразен (ТМТ), формальдегид (ФА), синильная кислота (СнК) - относятся ко второму и третьему классам

опасности (см. таблицу 2). В северных широтах при проливах на почву НДМГ из-за низкого уровня солнечной радиации скорость его разрушения мала, и он может длительное время сохраняться, при повторных проливах накапливаться в ней и быть причиной длительного загрязнения воды подземных водоносных горизонтов.

Таблица 2

<b>Вещество</b>	<b>Химическая формула</b>	<b>Класс опасности</b>
ДМА	$C_2H_7N$	2
МДМГ	$C_3H_8N$	2
ТМТ	$C_4H_{12}N_4$	3
НДМА	$C_2H_6N_{20}$	1
ФА	$H_2CO$	2
СнК	$HCN$	2

НДМГ обладает общетоксическим и кожным местно-раздражающим действием. Оказывает токсическое действие при любых путях поступления в организм (через органы дыхания, кожный покров, желудочно-кишечный тракт). Молодые организмы в 2-3 раза чувствительнее к его воздействию.

Потенциальная опасность НДМГ при попадании в объекты окружающей среды определяется неограниченной растворимостью в воде, высокой летучестью, способностью к миграции, накоплению, высокой стабильностью в глубоких слоях почвы и растениях. Однако все рассуждения о высокой токсичности НДМГ относятся к его газообразной фазе и большим дозам этого вещества (в ходе полевых работ было установлено, что биосфера реагирует на проливы НДМГ как на обычное азотное удобрение).

При острых отравлениях НДМГ на первый план выступают симптомы поражения центральной нервной системы (судорожный эффект) и в меньшей степени печени. При хроническом отравлении преобладают признаки поражения печени, а также других систем (центральной нервной, сердечно-сосудистой, выделительной, кроветворной). Поступивший в организм НДМГ определяется в крови через 20...60 минут. Распределяется по органам практически равномерно. Наибольшее содержание его определяется в почках, печени и селезенке. Метаболизируется в основном в печени.

Выделение НДМГ из организма происходит как через почки - с мочой, так и через органы дыхания с выдыхаемым воздухом (по различным данным в

первые сутки с мочой выделяется от 13 до 50% НДМГ в неизменном виде).

Помимо общетоксического действия НДМГ обладает отдаленными эффектами. К таким эффектам относятся:

- канцерогенный – возникновение опухолей;
- гонадотоксический – нарушение репродуктивной функции организма в результате изменения половых клеток;
- эмбриотоксический – влияние на плод и потомство.

Диметиламин (ДМА) - газ с резким аммиачным запахом. В химическом отношении ДМА сходен с аммиаком. С минеральными кислотами дает аммонийные соли. Легко растворяется в воде, образуя сильнощелочные растворы. ДМА в присутствии окислов азота является основным источником образования нитрозодиметиламина (НДМА) в воздухе. Встречается в природе как продукт гниения белковых веществ.

При ингаляционном пути поступления в организм ДМА является высокотоксичным соединением. Обладает выраженным местным раздражающим действием - при попадании на кожу вызывает некроз. Оказывает выраженное влияние на центральную нервную систему. Порог восприятия запаха человеком колеблется от 0,03 до 2,5 мг/м<sup>3</sup>, порог раздражающего действия - 50 мг/м<sup>3</sup>.

Тетраметилтетразен (ТМТ) - маслянистая жидкость светло-желтого цвета, ограниченно растворим в воде. ТМТ нестабилен в кислых средах, особенно при повышенной температуре. В природе не встречается. Его присутствие указывает на то, что имело место загрязнение окружающей среды НДМГ.

По параметрам острой энтеральной токсичности относится к умеренно опасным веществам. Клиническая картина отравления характеризуется одышкой, расстройством сердечно-сосудистой и нервной систем, нарушениями азотистого, углеводного обменов. ТМТ при контакте с кожными покровами обладает местно-раздражающим действием и способностью проникать через неповрежденную кожу. Порог обонятельного ощущения для человека - 0,007

мг/м<sup>3</sup> вызывает раздражение верхних дыхательных путей.

Нитрозодиметиламин (НДМА) - жидкость желтого цвета. НДМА частично растворяется в воде, хорошо растворяется во многих органических растворителях. НДМА широко встречается в природе (в почве, растениях, воде водоемов), как продукт взаимодействия нитритов (нитратов) с алифатическими аминами. Повышение концентрации НДМА в воде водоемов могут быть причиной возникновения онкологических заболеваний у гидробионов (рыб).

Наибольшее количество нитрозодиметиламинов обнаруживается в овощах, обрабатываемых азотными удобрениями, содержащими высокие уровни нитритов и нитратов, а также в дикорастущих травах (до 700 мг/кг). Благоприятные условия для образования нитрозоаминов создаются в продуктах растительного происхождения и мясных продуктах длительного хранения.

НДМА является чрезвычайно опасным и высоко токсичным соединением с выраженным гепатотоксическим эффектом. Опасен при любом поступлении в организм. Способен проникать через неповрежденную кожу. Обладает местным раздражающим действием. Нарушает деятельность многих органов и систем.

Клиническая картина интоксикации проявляется резкой слабостью, тошнотой, рвотой, нарушением деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной системы, терморегуляции, тяжелым поражением печени (острый токсический гепатит) с желтухой и асцитом, а также токсическим нефрозом.

При повторных воздействиях НДМА проявляет кумулятивные свойства.

Порог запаха, установленный на людях, – 0,009 мг/м<sup>3</sup>. Концентрация 16 мг/м<sup>3</sup> при однократном воздействии может оказаться токсичной для человека, концентрации 60...300 мг/м<sup>3</sup> - смертельны.

НДМА обладает выраженным канцерогенным, эмбриотоксическим, гонадотоксическим и другими действиями.

Формальдегид (ФА) - бесцветный, горючий, легко полимеризующийся газ (при нормальной температуре) с резким запахом (запах ФА различается задолго до превышения опасных концентраций). Хорошо растворим в воде. Легко разлагается на свету, образуя двуокись углерода. Обычно устойчив в

воде, почве, растениях.

В природе встречается постоянно вследствие фотохимического окисления метана, в результате взаимодействия различных высокохимически активных элементов (озон и др.) с углеводородами и некоторыми другими продуктами их окисления, при попадании с выхлопными газами автотранспорта, при сжигании отходов открытым способом, лесных пожарах и т.д. При попадании ФА в воду происходит общее угнетение биоты, в почву - нарушение нормального метаболизма.

ФА раздражает органы дыхания (при вдыхании в повышенных концентрациях возникает слабость, головная боль, раздражение слизистой оболочки), глаза (слезотечение, эффект "раздвоения предметов", конъюнктивит), кожу (образование дерматитов и т.д.), а также на нервную систему (при длительном воздействии).

Синильная кислота (СнК) - бесцветная, очень летучая жидкость с характерным запахом горького миндаля. СнК - сильный яд, действующий смертельно даже в ничтожных дозах (смертельная доза для человека 0,05 г).

При оценке экологических аспектов воздействия на окружающую природную среду КРТ важное значение имеют стабильность их в атмосферном воздухе, воде, почве, растениях, а также динамика процессов их превращения. В качестве количественной характеристики величины стабильности принимается время, за которое разлагается 50% исходной концентрации вещества в летних и зимних условиях. Однако такие показатели определены пока только для водной среды.

НДМГ хорошо растворяется в воде и легко окисляется кислородом, растворенным в воде. При попадании в воду НДМГ, под влиянием естественных природных факторов (кислород воздуха, солнечная радиация, присутствие химически активных примесей), вступает в реакцию окисления-восстановления или взаимодействия с образованием новых химических соединений с новыми физико-химическими и токсическими свойствами. В водных растворах продукты окисления и разложения НДМГ подвергаются дальнейшему химическому и биохимическому окислению. Результаты

исследования по стабильности водных растворов вышеприведенных соединений с исходной концентрацией 1...10 мг/л в условиях, характерных для летнего и зимнего режима водоема, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Продукты разложения НДМГ	Время полураспада, <i>сутки</i>	Константы скоростей превращения веществ в воде, <i>1/сутки</i>	
		Летние условия	Зимние условия
ФА	1-2	0,345	0,345
ДМА	более 2	0,153	0,076
ТМТ	более 5	0,138	0,011
НДМГ	более 6	0,115	0,007
НДМА	более 15	0,046	0,004

Наиболее стабильными являются НДМА, НДМГ, ТМТ; менее стабильными - ДМА и ФА. Стабильность первых трех соединений в зимних условиях возрастает в 10...15 раз.

При проливах на почву НДМГ может длительное время (месяцы и годы) сохраняться и накапливаться в ней и быть причиной длительного загрязнения воды подземных водоносных горизонтов.

При попадании НДМГ в почву происходит его накопление в поверхностном слое и миграция в более глубокие слои. Миграционная способность НДМГ в почве, скорость и глубина проникновения зависят от типа и сорбционной способности почвы, ее химического состава и водного режима, при котором проходит миграция.

В условиях атмосферного воздуха, систематически загрязняемого НДМГ в концентрациях, превышающих ПДК в десятки раз, происходит сорбция НДМГ поверхностью растений, проникновение его внутрь плодов, ягод, трав, накопление и очень долгое сохранение в них.

Вместе с тем следует отметить, что высокие токсические (по отношению к человеку) характеристики НДМГ совершенно не означают, что он способен нанести и большой экологический вред. Так, например, по величине ПДК керосин для человека в 15 раз менее токсичен, чем НДМГ, но природная среда на НДМГ реагирует как на обычное азотное удобрение, а проливы керосина наносят природе существенный ущерб.

Степень токсичности НДМГ сильно преувеличена. Прежде всего, если строго следовать принятой классификации опасных промышленных веществ, то по величине предельно допустимой концентрации НДМГ следует относить ко второму классу опасности, а не к первому, как это делается в настоящее время.

Во-вторых, на производстве и в быту человек вступает в непосредственный контакт с веществами, которые в сотни и в тысячи раз более токсичны, чем НДМГ. Например, употребление в пищу кондитерских изделий с миндалем эквивалентно употреблению синильной кислоты, которая получается в результате химической реакции желудочного сока с миндалем. Из 100 грамм миндаля в желудке вырабатывается доза синильной кислоты, близкая к смертельной.

Учеными Агрофизического НИИ (г. Санкт-Петербург) изучалось влияние НДМГ на растительность и сопутствующую ей биоту (почвенные микроорганизмы). В ходе управляемых экспериментов было выявлено, что НДМГ стимулирует рост и развитие растений, повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. В целом растения и биота способны эффективно перерабатывать НДМГ в безопасные для человека соединения. На основе этих исследований были разработаны экологически безопасные методы биореставрации загрязненных почв при любых начальных концентрациях НДМГ и его производных.

Более того, в ходе обследований была выдвинута гипотеза возможности образования природного НДМГ в северных водоемах (наличие в озерной воде природного НДМА является установленным фактом).

Азотный тетраоксид (АТ) - легколетучая жидкость желтого или красного цвета с резким специфическим запахом. Бурно реагирует с большинством органических растворителей. Хорошо растворим в воде.

При ингаляционном воздействии чрезвычайно опасен в плане развития острых смертельных отравлений при нормальных условиях. Ингаляционного отравление АТ протекает при явлениях резкого раздражения верхних дыхательных путей, острого отека легких, нарушении функции дыхания и сердечно сосудистой системы, водно-солевого обмена, образования метгемоглобина в крови, гемолиза эритроцитов, признаков гипоксии гемического типа. Порог раздражающего действия на слизистые оболочки верхних дыхательных путей равен 25. Концентрации на уровне 200...300 мг/м<sup>3</sup> опасны для жизни человека, 400...500 мг/м<sup>3</sup> - вызывают быструю смерть. Человек ощущает запах и раздражение во рту и зеве при 8 мг/м<sup>3</sup>; раздражение слизистых глаз и носа при 14 мг/м<sup>3</sup>. Порог обонятельного ощущения - при концентрации 0,2 мг/м<sup>3</sup>; явное ощущение запаха - 1 мг/м<sup>3</sup>.

Попадание чистого АТ на кожу сопровождается сильными ожогами кислотного типа с образованием труднозаживающих некрозов. Ожог глаз может быть причиной слепоты. Отдаленными последствиями острых и хронических отравлений АТ являются развитие хронического бронхита и склероза легких.

АТ, растворяясь в воде, вступает с ней в реакцию, образуя азотную и азотистую кислоты. В связи с высокой неустойчивостью, последняя разлагается и переходит в азотную. При взаимодействии со щелочами, которые могут находиться в почве, образуется смесь солей азотной и азотистой кислот - нитратов и нитритов, которые представляют довольно стабильные соединения.

Эколого-гигиеническая значимость АТ в воде, почве и растениях определяется нитратами и нитритами; в атмосферном воздухе - двуокисью и окисью азота, парами азотистой и азотной кислот. В "чистом" атмосферном воздухе (на уровне моря) содержание окислов азота не превышает 0,0015 мг/м<sup>3</sup>. Содержание нитратов в поверхностных водоемах составляет 0,1...10 мг/л,

нитритов – 0,1 мг/л. При проливах АТ вызывает острое поражение растительности (за счет  $pH < 3$ ), отрицательно влияет на микрофлору почвы, гидробиоты, вызывая их гибель.

Перенасыщенная нитратами и нитритами почва может быть причиной миграции и загрязнения подземных вод, а также поверхностных вод в связи со смывом их с почвы талыми и дождевыми осадками, основным источником повышенного содержания нитратов и нитритов в сельскохозяйственной продукции и образования в продуктах сельскохозяйственного производства диметилнитрозоаминов в присутствии аминов.

При поступлении в больших количествах нитраты могут вызывать различные нарушения функционального состояния организма, вплоть до тяжелых отравлений. Пороговая доза для человека – 8,7 мг/кг.

Нитраты обладают эмбриотоксическим и гонадотоксическим действием. Минимальная смертельная доза нитритов для теплокровных животных 20 мг/кг массы.

Накопление в почве, воде и кормах, включая продукты растительного происхождения, используемые человеком, солей азотной кислоты (нитратов) и их дальнейшее восстановление до нитритов создает возможность острого и хронического отравления не только сельскохозяйственных (и диких) животных, но и человека, особенно детей раннего возраста. Описаны смертельные случаи смертельных отравлений детей при употреблении воды с нитратами в концентрации более 10 мг/л (по азоту).

Загрязнение воды водоемов опасно для рыб. Так, например, смертельная концентрация азотной кислоты для радужной форели через 96 часов равна 0,39...1,9 мг/л, для молоди форели через 8 суток – 0,14...0,15 мг/л.

Молодняк более чувствителен к нитритам и нитратам, чем взрослые животные. Содержание нитратов в биосредах (молоко, моча, кровь) может служить одним из диагностических признаков при остром или хроническом отравлении ими. При обнаружении в пробах биологического материала нитратов более 30 мг/кг (в моче более 400 мг/л) можно предполагать отравление животных нитратами.

Видимыми признаками в клинике хронического отравления домашних животных нитратами являются проявления со стороны желудочно-кишечного тракта, пониженный аппетит, значительная потеря массы тела, поносы, изменения со стороны сердечно-сосудистой, центральной нервной системы.

Токсическое действие нитратов обусловлено как их прямым влиянием (гипоксия тканей за счет угнетения ферментных систем, участвующих в тканевом дыхании), так и действием нитритов (гемическая гипоксия, обусловленная образованием метгемоглобина), образующихся в организме из нитратов под воздействием микрофлоры кишечника и тканевых ферментов.

Допустимая суточная доза нитратов для человека установлена с фактором безопасности 3,0 и составляет 5 мг/кг·день или 300 мг/день.