

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по выявлению, обследованию,
паспортизации и оценке
экологической опасности очагов
загрязнения геологической среды
нефтепродуктами**

Москва 2002

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по выявлению, обследованию,
паспортизации и оценке
экологической опасности очагов
загрязнения геологической среды
нефтепродуктами**

Москва 2002

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по выявлению, обследованию,
паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения
геологической среды нефтепродуктами**

В документе изложены принципы и методика выявления, обследования и предварительной оценки экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами на начальном этапе их изучения.

Разработаны форма и содержание геозекологического паспорта, который должен быть составлен по результатам гидрогеозекологических исследований, дана методика его заполнения.

Рекомендации предназначены для органов управления территориями, органов управления государственным фондом недр, а также специалистов и организаций, выполняющих вышеупомянутые работы.

*Разработаны Гидрогеозекологической научно-производственной
и проектной фирмой "ГИДЭК"*

**"Методические рекомендации по выявлению, обследованию,
паспортизации и оценке экологической опасности очагов
загрязнения геологической среды нефтепродуктами"**

*Одобрены Управлением ресурсов подземных вод,
геозекологии и мониторинга геологической среды
МПР России (протокол № 1 от 30.01.2002г.)*

Составитель: Боровский А.В.

Редакторы: Боровский Б.В., Кочетков М.В.

© МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, 2002 г.

© ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И
ПРОЕКТНАЯ ФИРМА
«ГИДЭК», 2002

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Список принятых сокращений.....	5
	Принятые термины и определения.....	6
1	ВВЕДЕНИЕ.....	7
2	ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	8
2.1	Состояние проблемы.....	8
2.2	Особенности нефтепродуктов как загрязняющих геологическую среду веществ.....	9
2.3	Типы источников загрязнения геологической среды.....	11
3	ВИДЫ И ФОРМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ.....	13
3.1	Загрязнение почво-грунтов.....	13
3.2	Загрязнение пород зоны аэрации.....	15
3.3	Загрязнение горизонта грунтовых вод.....	15
3.4	Формы загрязнения геологической среды нефтепродуктами.....	16
3.4.1	Формы загрязнения грунтов зоны аэрации.....	16
3.4.2	Формы загрязнения горизонта грунтовых вод.....	17
3.5	Влияние геолого-гидрогеологических условий на формирование и развитие нефтепродуктового загрязнения геологической среды.....	22
3.5.1	Влияние строения зоны аэрации.....	23
3.5.2	Влияние мощности зоны аэрации.....	25
3.5.3	Влияние строения и свойств грунтового водоносного горизонта.....	26
3.5.4	Влияние скорости водообмена.....	27
3.5.5	Влияние естественных колебаний уровня грунтовых вод.....	28
3.5.6	Влияние УВ на качество подземных вод.....	29
3.6	Типизация факторов загрязнения по степени их экологической опасности.....	31
4	ЗАДАЧИ РАБОТ НА СТАДИИ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ.....	32
4.1	Предварительная оценка потенциально возможного количества нефтепродуктов в недрах.....	34
4.2	Предварительная оценка распределения загрязнения в недрах.....	35
5	СОСТАВ ИНФОРМАЦИИ НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ.....	36
5.1	Техническая информация.....	36
5.2	Сведения о геолого-гидрогеологической обстановке на территории объекта и в его ближайших окрестностях.....	37
5.3	Экологически ориентированный план объекта и прилегающей территории в масштабе 1:2000-1:5000.....	38
6	ВИДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ НА СТАДИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ.....	38

		Стр.
6.1	Рекогносцировочное гидрогеологическое обследование объекта и прилегающей территории.....	39
6.2	Газохимические съемки.....	40
6.3	Гидрогеохимическое опробование.....	41
6.4	Бурение специальных скважин.....	42
7	ОСОБЕННОСТИ РАБОТ НА ЛИНЕЙНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.....	44
8	ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ.....	46
9	КЛАССИФИЦИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА И ОФОРМАНИЕ ЕГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА.....	47
9.1	Состав геоэкологического паспорта.....	49
9.2	Содержание пояснительной записки.....	49
9.3	Содержание приложений к пояснительной записке и методика их составления.....	50
9.3.1	Экологически ориентированный план объекта и окружающей территории.....	50
9.3.2	Гидрогеоэкологический разрез.....	50
9.3.3	Таблица результатов оценки вероятности загрязнения в ближайшее время уязвимых объектов окружающей среды.....	51
9.3.4	Таблицы современного состояния уязвимых объектов окружающей среды.....	51
9.3.4.1	Поверхностные воды (индекс "а").....	52
9.3.4.2	Почвы (индекс "б").....	53
9.3.4.3	Подземные сооружения (индекс "с").....	55
9.3.4.4	Водозаборы подземных вод (индекс "д").....	56
9.4	Определение класса опасности объекта.....	57
9.4.1	Индекс современного состояния загрязнения уязвимых компонентов (объектов) окружающей среды.....	58
9.4.2	Вероятные масштабы загрязнения геологической среды.....	58
9.4.3	Вероятность загрязнения уязвимых объектов окружающей среды в ближайшее время.....	58
9.4.4	Определение класса опасности объекта.....	58
9.4.5	Вычисление среднего балла.....	59
10	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЕДЕНИЮ ДАЛЬНЕЙШИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ.....	59
	Список использованных источников.....	60
	Текстовые приложения:	
	1. Форма геоэкологического паспорта.....	64
	2. Технические сведения об объекте паспортизации.....	65
	3. Таблицы для оценки экологической опасности современного загрязнения уязвимых компонентов окружающей среды.....	66
	3.1. Поверхностные воды: водоемы.....	67
	3.2. Поверхностные воды: водотоки.....	68
	3.3. Почвы.....	69

3.4. Подземные сооружения.....	70
3.5. Подземные воды.....	71
3.6. Расчет вероятности загрязнения уязвимых объектов окружающей среды (срок функционирования объекта $T=$ лет).....	72
4. Примеры заполнения геоэкологического паспорта и приложений к нему.....	73
4.1. Геоэкологический паспорт объекта.....	74
4.2. Карта участка загрязнения.....	76
4.3. Гидрогеоэкологический разрез по направлению движения фронта загрязнения.....	77
4.4. Технические сведения об объекте паспортизации....	78
4.5. Расчет вероятности загрязнения уязвимых объектов окружающей среды (срок функционирования объекта $T=10^4$ лет).....	79
4.6. Оценка экологической опасности современного загрязнения объектов окружающей среды.....	80
4.6.1. Поверхностные воды: пруд.....	81
4.6.2. Поверхностные воды: река.....	82
4.6.3. Почвы.....	83
4.6.4. Подземные сооружения.....	84
4.6.5. Подземные воды: скважина.....	85
4.6.6. Подземные воды: колодец.....	86

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВТЕХ (индекс)	- суммарная концентрация растворенных в воде циклических углеводородов – бензола, толуола, этилбензола и ксилола
ВНК	- положение контакта нефтепродуктов и воды
ГСМ	- горюче-смазочные материалы
НП	- нефтепродукты
НПЗ	- нефтеперерабатывающий завод
НПО	- предприятие нефтепродуктообеспечения
ПАУ	- полиароматические углеводороды
ПДК	- предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в той или иной среде (согласно действующим нормативам)
УВ	- углеводороды
УГВ	- уровень грунтовых вод
УНП	- уровень нефтепродуктов

ПРИНЯТЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Геологическая среда - часть недр, в пределах которой происходят процессы и явления, оказывающие влияние на жизнедеятельность человека и другие биологические сообщества. Для целей настоящей работы под *геологической средой* понимается та ее часть, которая может быть загрязнена нефтепродуктами в результате технологических и аварийных утечек

Интенсивность загрязнения - количество загрязняющего вещества (веществ) в единице объема того или иного компонента окружающей среды

Компоненты окружающей среды - составные части экосистемы. К ним относятся геологическая среда, атмосфера, гидросфера, почвы, растительный и животный мир, техносфера

Масштаб загрязнения - суммарное количество загрязняющего вещества (веществ) в очаге загрязнения геологической среды или ее отдельных компонентов (зоне аэрации, грунтовых водах и т.д.)

Объект-загрязнитель (объект-источник загрязнения) - любое предприятие или отдельное сооружение, в результате эксплуатации которых проходило прежде, происходит в настоящее время или может происходить в будущем загрязнение геологической среды, в данном случае нефтью и нефтепродуктами

Уязвимые объекты - объекты окружающей среды, на которые может оказывать негативное влияние загрязнение геологической среды. К ним относятся, в первую очередь, поверхностные водотоки и водоемы, водозаборы подземных вод, почвы, подземные сооружения

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящие рекомендации разработаны для выявления и предварительной оценки экологической опасности загрязнения геологической среды нефтью и нефтепродуктами на начальных этапах его изучения. Они должны обеспечить получение достоверной информации для составления геоэкологического паспорта всех очагов загрязнения геологической среды, которые возникли или могли возникнуть в результате деятельности предприятий или отдельных сооружений, связанных с транспортировкой, переработкой, хранением и распределением нефти и нефтепродуктов, как действующих, так и законсервированных и ликвидированных, а также вследствие аварийных ситуаций (разрывы трубопроводов, транспортные аварии и т.д.)¹

В рекомендациях излагается последовательность и комплекс исследований и мероприятий для выявления очагов и масштабов загрязнения геологической среды нефтепродуктами и предварительной оценки его опасности для окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов.

Основной целью таких исследований является своевременное выявление наиболее опасных очагов загрязнения геологической среды, требующих принятия неотложных мер с тем, чтобы избежать катастрофических последствий.

Работы, связанные с выявлением и предварительной оценкой очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами выполняются владельцами объектов-источников загрязнения или их правопреемниками, а при отсутствии таковых (например, на месте давно ликвидированных объектов) специализированными геологическими предприятиями по заданию территориальных органов Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

Рекомендации предназначены для администрации территорий, органов управления государственным фондом недр, органов по охране природной окружающей среды, владельцев объектов-источников загрязнения геологической среды, а также специалистов, выполняющих исследования по выявлению, изучению и геоэкологической паспортизации очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами.

¹ Данные рекомендации не распространяются на месторождения углеводородов, для которых предполагается подготовка специального документа

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Состояние проблемы

Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами (в широком смысле) представляет серьезную угрозу для здоровья и качества жизни населения, а так же для окружающей среды в целом.

Одной из самых серьезных экологических проблем во всем мире является загрязнение нефтепродуктами геологической среды и, в первую очередь, подземных вод. Это связано как с широким развитием такого загрязнения, так и большими трудностями его локализации и ликвидации. Ни одно другое загрязняющее вещество, как бы опасно оно ни было, не может сравниться с нефтепродуктами по широте распространения, количеству источников загрязнения, величине одновременных нагрузок на все компоненты природной среды.

Анализ имеющейся информации показывает, что загрязнение окружающей среды происходит на всех этапах хозяйственной деятельности, начиная от добычи нефти и кончая хранением и распределением нефтепродуктов. Практически на всех объектах, где проводились хотя бы минимальные объемы исследований, было обнаружено загрязнение геологической среды (в том числе подземных вод) нефтепродуктами. Есть все основания полагать, что такое загрязнение может иметь место и на других, не обследованных к настоящему времени объектах.

Решению проблем, связанных с реабилитацией геологической среды, загрязненной нефтепродуктами, в России стали уделять серьезное внимание только в последние полтора-два десятилетия. В промышленно развитых странах запада над изучением и решением этих проблем уже в течение многих десятилетий работают многочисленные научные, производственные и проектные организации и компании, а в их распоряжение вкладывают весьма крупные ассигнования.

Несмотря на это, если мелкие очаги загрязнения удастся ликвидировать сравнительно быстро (за несколько лет), то полная локализация и ликвидация крупных очагов может растягиваться на десятилетия и требует весьма значительных финансовых и материальных затрат. Во мно-

гом это связано с чрезвычайно высокой инерционностью геологической среды относительно сформировавшегося загрязнения.

На территории России имеются многие тысячи предприятий, связанных с добычей, транспортировкой, переработкой, хранением и распределением нефти и нефтепродуктов. Однако состояние геологической среды в части ее возможного загрязнения нефтепродуктами в подавляющем большинстве случаев неизвестно. Это связано с тем, что нефтяное загрязнение в течение многих лет и даже десятилетий может оставаться незаметным, и проявляется лишь тогда, когда достигает критического и даже катастрофического уровня, обнаруживаясь в виде прямого загрязнения питьевых водозаборов, колодцев, поверхностных вод и так далее, то есть тогда, когда борьба с ним требует огромных затрат, причем для решения проблемы не остается резерва времени. По этой причине весьма актуальной становится проблема своевременного обнаружения такого загрязнения и оценки его экологической опасности. Это позволило бы своевременно принять превентивные меры по локализации нефтяного загрязнения на наиболее опасных объектах, что значительно проще, дешевле и безопасней. Именно с этой целью и подготовлены настоящие рекомендации.

При этом необходимо разработать такую методику, которая требовала бы для решения задачи по возможности минимальных трудовых, материальных и финансовых затрат.

2.2. Особенности нефтепродуктов как загрязняющих геологическую среду веществ

Понятие «нефтепродукты» (НП) имеет два значения – техническое и аналитическое. В «техническом» значении это сырые нефти и продукты их переработки – бензины, керосины, дизтоплива, мазуты, масла и др.

В «аналитическом» значении – это неполярные и малополярные углеводородные соединения, растворимые в гексане. Сюда попадают все топлива, растворители и смазочные масла, но не попадают смолы и асфальтены нефтей и битумов, а так же вещества образующиеся из НП в результате микробиологических и физико-химических процессов при длительном их нахождении в грунтах и подземных водах.

По химическому составу НП состоят преимущественно из парафиновых, ароматических, нафтеновых и непредельных углеводородов.

Наиболее токсичными являются ароматические углеводороды, которые одновременно являются наиболее растворимыми в воде, относительно легко переходят из водной фазы в газовую фазу, а затем могут снова осаждаться на подстилающую поверхность.

Метановые углеводороды являются сильными наркотиками. Особенно быстро действуют нормальные алканы с короткой углеродной цепью, которые относительно хорошо растворимы в воде и легко проникают сквозь клеточные мембраны. Более тяжелые углеводороды медленнее проникают в клетки, но зато способны накапливаться в них и оказывать длительное токсическое действие. Особенно это относится к ПАУ и, в первую очередь, к содержащемуся в НП канцерогену первого класса опасности 3,4-бензо(а)пирену.

Большинство НП имеют очень низкие значения ПДК. Для примера можно заметить, что один литр керосина при полном растворении может загрязнить до недопустимого уровня 10 000 м³ воды.

Нельзя забывать так же, что при хлорировании загрязненных НП питьевых вод могут в ряде случаев образовываться чрезвычайно опасные для человека хлорорганические соединения.

На миграцию НП в геологической среде и формы их нахождения в водоносном горизонте и зоне аэрации существенное влияние оказывают физические и физико-химические свойства нефтепродуктов, такие как плотность, вязкость, растворимость, капиллярное давление, сорбируемость, теплота испарения, температура кипения, поверхностное натяжение на границе с водой и воздухом.

Плотность нефтепродуктов как правило меньше плотности воды, что предопределяет возможность их накопления на зеркале грунтовых вод. Исключением составляют некоторые тяжелые и вязкие НП, такие как мазут, газотурбинные и печные топлива, масла и смазки, которые в силу своей большой вязкости накапливаются в самой верхней части геологического разреза и не распространяются за пределы источника загрязнения.

Вязкость НП в целом больше вязкости воды, за исключением бензина, что определяет его более быстрое продвижение в пористой среде.

Растворимость НП в воде связана с их химическим составом и увеличивается в ряду парафиновые-циклопарафиновые-ароматические. Наибольшей растворимостью характеризуется бензол (1600-1800 мг/л), толуол (500-600 мг/л), ксилол (170-200 мг/л) и этилбензол (130-150 мг/л). Вследствие этого сумма этих углеводородов (так называемый индекс ВТЕХ) часто используется как показатель загрязнения подземных вод.

Нефтепродукты, имеющие в своем составе значительное количество легких УВ (бензин и др.) могут легко испаряться в подземных условиях, образуя газовые ореолы. Эти газы могут накапливаться в подвалах зданий, погребах и т.д., создавая опасность жизни и здоровью людей.

Загрязнение горных пород нефтепродуктами происходит путем их сорбции. При этом на начальном этапе происходит сорбция полярных компонентов, содержащихся в НП (нафтеновые кислоты, смолы, асфальтены), а уже затем к ним присоединяются неполярные компоненты. По этой причине способность к сорбции НП увеличивается в ряду бензин < керосин < дизтопливо < мазут по мере роста содержания полярных соединений.

Разрушение НП в геологической среде происходит путем химического окисления и биогенного разложения. Ввиду особенностей биогенного и химического окисления ряды устойчивости УВ в этих процессах не совпадают. Так, скорость биодegradации уменьшается в порядке: алканы > ароматические УВ > циклопарафины; а скорость химического окисления – ароматические УВ > циклопарафины > алканы.

2.3. Типы источников загрязнения геологической среды

Загрязнение геологической среды нефтепродуктами происходит на всех этапах хозяйственной деятельности, связанной с добычей, транспортировкой, переработкой, хранением и распределением нефти и нефтепродуктов в результате аварийных и технологических утечек.

По характеру и масштабу образующегося при эксплуатации соответствующих предприятий загрязнения можно выделить три основных типа источников загрязнения: площадные, линейные и очаговые (локальные).

К площадным источникам загрязнения геологической среды в основном относятся нефтепромыслы. Загрязнение здесь происходит, в первую очередь, благодаря инфильтрации пластовых и сточных вод, многочисленных утечек нефти из амбаров, нефтеловушек, отстойников, трубопроводов и т.д., перетекания нефти в вышележащие водоносные горизонты через нарушения в обсадных колоннах и т.д.

Для этого типа характерна большая площадь, насыщенность нефтепродуктами как с поверхности, так и в разрезе, разнообразие геолого-гидрогеологических условий на одном объекте. Каждый такой объект является по своему уникальным и требует составления специальных программ по изучению характера и масштабов загрязнения. Поэтому в данных рекомендациях этот тип объектов не рассматривается.

К линейным источникам относятся нефте- и продуктопроводы, в первую очередь магистральные, длина которых на порядки превышает их поперечные размеры.

Методика работ на этих объектах на стадиях выявления и мониторинга загрязнения геологической среды нефтепродуктами имеет некоторые особенности, что будет показано ниже. Выявленные же участки загрязнения, связанные с этими объектами, в подавляющем большинстве случаев могут рассматриваться как «локальные».

Все остальные объекты, связанные с нефтью и нефтепродуктами, могут быть охарактеризованы как очаговые или локальные. К ним относятся нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), предприятия нефтепродуктообеспечения (НПО)², резервуарные парки, базы и склады ГСМ, погрузочно-разгрузочные эстакады и терминалы, автозаправочные станции и т.д.

Именно этот наиболее массовый тип объектов-загрязнителей и является причиной большинства экологически опасных ситуаций. Опасность усугубляется еще и тем обстоятельством, что значительная часть подобных источников загрязнения находится либо в населенных зонах городских агломераций, либо в непосредственной близости от них. В связи с этим, настоящие рекомендации посвящены работами на источниках загрязнения этого типа.

² НПЗ и НПО несмотря на то, что занимают нередко обширные площади, следует относить к «локальным» объектам, т.к. методика их изучения и реабилитации практически не отличается от других объектов этого типа

3. ВИДЫ И ФОРМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Утерянные в результате технологических и аварийных утечек нефтепродукты просачиваются в землю и через породы зоны аэрации достигают первого от поверхности водоносного горизонта. Поскольку подавляющее большинство нефтепродуктов легче воды, они накапливаются на поверхности грунтовых вод, образуя подповерхностные скопления («линзы») нефтепродуктов различного размера и конфигурации, плавающие на поверхности грунтовых вод и движущиеся вместе с последними к местам их разгрузки – естественным (реки, моря и т.д.) или искусственным (водозаборные скважины, колодцы, дренаи и т.д.). Общая схема формирования нефтепродуктового загрязнения геологической среды показана на рис.1. При этом образуется несколько видов ее загрязнения:

- загрязнение почво-грунтов;
- загрязнение грунтов зоны аэрации;
- загрязнение горизонта грунтовых вод.

Указанные виды загрязнения геологической среды тесно взаимосвязаны и оказывают непосредственное влияние на характер и масштабы загрязнения друг друга.

3.1. Загрязнение почво-грунтов

Этот вид загрязнения формируется в основном непосредственно в местах проливов нефтепродуктов (первичное загрязнение). Площадь его обычно сравнительно невелика и не превосходит, во всяком случае, площади самого объекта.

Наиболее сильно почвы загрязняются тяжелыми и вязкими нефтепродуктами, неспособными к глубокому проникновению в недра.

В некоторых случаях почвы загрязняются на участках близкого залегания нефтепродуктов грунтовых вод в результате подъема их уровня (вторичное загрязнение).

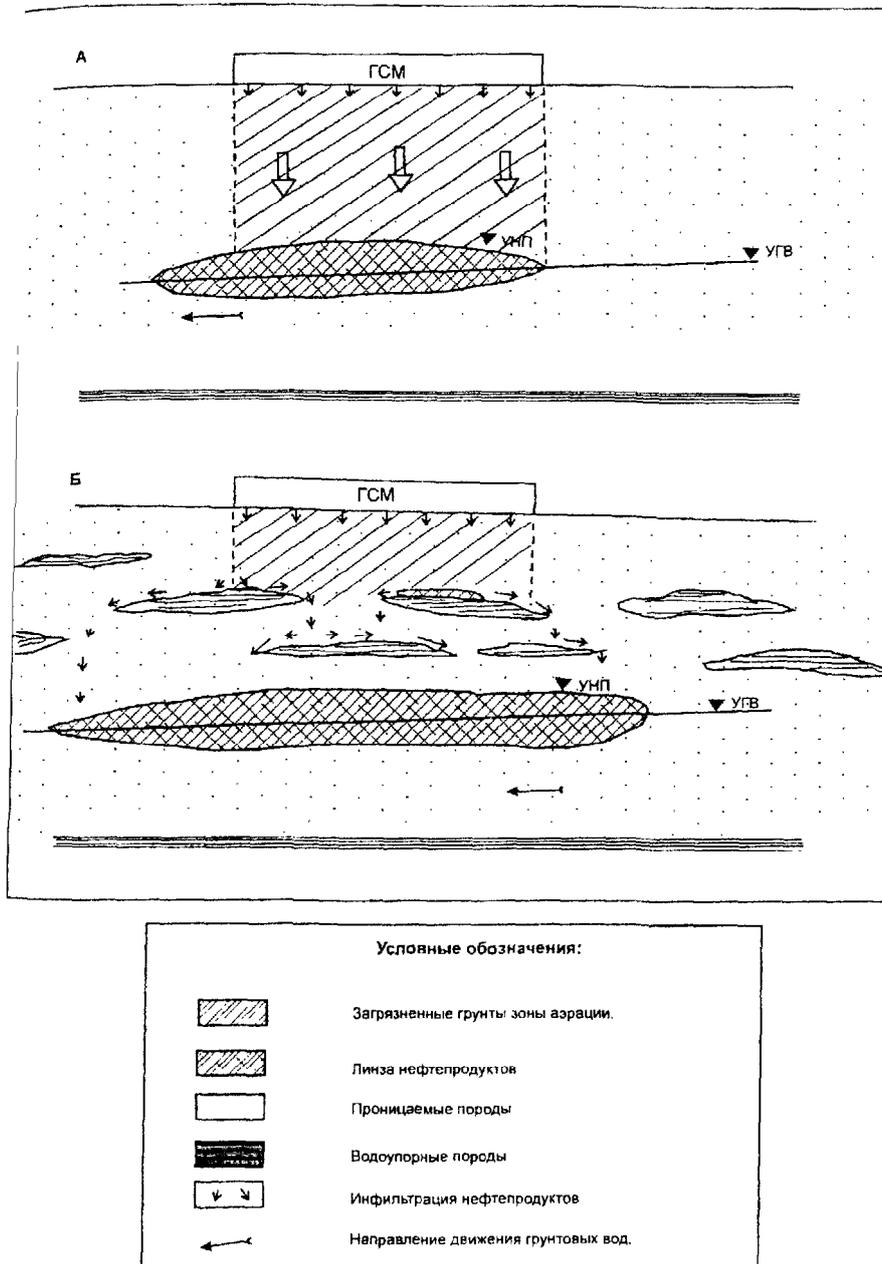


Рис. 1. Схема формирования загрязнения геологической среды нефтепродуктами при однородном (А) и неоднородном (Б) строении зоны аэрации.

3.2. Загрязнение пород зоны аэрации

Существует два основных пути загрязнения грунтов зоны аэрации. Первый – это инфильтрация утерянных нефтепродуктов вниз по разрезу, второй – загрязнение грунтов в процессе естественных колебаний уровня грунтовых вод с плавающей линзой нефтепродуктов. В первом случае загрязнение фиксируется преимущественно в местах пролива; во втором – на всей площади существования линзы. В результате формируется два максимума загрязнения пород зоны аэрации – вблизи поверхности и над уровнем грунтовых вод.

Вышесказанное характерно для случая однородного строения зоны аэрации. При наличии линз и прослоев слабопроницаемых пород таких максимумов может быть несколько, а загрязнение может распространяться за пределы площади проливов (рис. 1Б).

Объем нефтепродуктов, который может накопиться в зоне аэрации, зависит от сорбционной емкости слагающих ее пород, состава нефтепродуктов. В целом, чем тяжелее нефтепродукты и чем менее проницаема и более неоднородна зона аэрации, тем больше нефтепродуктов в ней может накопиться. Фактическая средняя интенсивность загрязнения обычно находится в пределах 0.5-1.0 л/м³, увеличиваясь лишь в зоне переменного насыщения над уровнем нефтепродуктов, а так же над местными водоупорами.

3.3. Загрязнение горизонта грунтовых вод

Данный вид загрязнения является наиболее опасным, так как обладает способностью относительно быстро распространяться далеко за пределы первоначального очага и проникать в поверхностные водоемы и водотоки, тесно связанные с грунтовыми водами, а так же к водозаборным сооружениям, эксплуатирующим подземные воды для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

3.4. Формы загрязнения геологической среды нефтепродуктами

3.4.1. Формы загрязнения грунтов зоны аэрации

Техногенные нефтепродукты в грунтах зоны аэрации могут находиться в жидком, твердом и газообразном состоянии.

К жидким формам относятся собственно жидкие нефтепродукты – бензин, керосин, дизельное топливо и растворенные в воде или эмульгированные углеводороды и сопутствующие им вещества. При вертикальной инфильтрации эти легкоподвижные формы заполняют поровое пространство и, передвигаясь вниз, либо достигают уровня грунтовых вод, либо «зависают» внутри зоны аэрации в капельном и пленочном виде. Такая же «капельно-пленочная» шапка может образовываться и при понижении уровня грунтовых вод с плавающей на них линзой нефтепродуктов. Кроме того, при пачении в составе пород зоны аэрации водонепроницаемых прослоев, могут образовываться подвешенные линзы, формирование которых аналогично формированию линз верховодки. При этом «подвешенная» линза может содержать не только НП, но и воду, загрязненную растворенными и эмульгированными нефтепродуктами.

Слабоподвижные нефтепродукты (мазуты, тяжелые нефти и др.) обычно остаются вблизи земной поверхности, где под влиянием различных процессов постепенно затвердевают. В результате в приповерхностном слое образуется плотная, практически непроницаемая зона, т.н. «закриванная» порода.

Хотя малоподвижные нефтепродукты и не способны самостоятельно достичь уровня грунтовых вод, они легко растворяются в легких НП и при утечках последних могут вместе с ними достигать водоносных горизонтов.

Кроме подвижного, жидкие нефтепродукты находятся в зоне аэрации в сорбированном состоянии на поверхности частиц грунта.

Последней из основных форм нахождения нефтепродуктов является газообразная.

«Газовая шапка» в зоне аэрации формируется путем испарения наиболее летучих фракций НП. Образующиеся газы диффундируют вверх и разгружаются в атмосферу. Это может создавать пожаро-

взрывоопасную обстановку, особенно в замкнутых пространствах – подвалах, погребах и т.д.

3.4.2. Формы загрязнения горизонта грунтовых вод

Основными формами нахождения нефтепродуктов в зоне полного насыщения являются:

- жидкие нефтепродукты в верхней части зоны насыщения (плавающая линза);
- водно-эмульсионные формы в приконтактной зоне грунтовых вод и линзы нефтепродуктов;
- водорастворенные формы УВ в грунтовых водах.

Как уже отмечалось, плавающие линзы формируются на поверхности грунтовых вод. Они являются ядром и наиболее опасной частью загрязнения. Их размеры, форма, объем и трансформация во времени и пространстве зависят от технических характеристик объекта и геолого-гидрогеологических условий территории.

Обычно линза состоит из смеси нескольких нефтепродуктов, причем состав НП в ней может быть неоднородным по площади, особенно на крупных объектах.

Формирующаяся линза способна растекаться по поверхности грунтовых вод, смещаться в направлении движения потока, перемещаться вверх и вниз в соответствии с колебаниями уровня подземных вод, «питать» подстилающие грунтовые воды растворимыми УВ, разгружаться в близ расположенные поверхностные водотоки и водосмы, загрязнять водозаборные сооружения.

Общий объем линзы в основном зависит от объема потерь нефтепродуктов, который может достигать 1% от годового оборота и даже более.

Следует обратить внимание, что на самом деле линза не является зоной полного насыщения пространства нефтепродуктами, а представляет собой сложную многофазную систему, где часть пор, обычно более крупных, занята нефтепродуктами, а часть – водой. Величина нефтепродуктонасыщенности редко превышает 50%, а иногда снижается до 5-10%. Фактически плавающая линза – это многофазная микропоровая ге-

терогенная система с бесконечным числом контактирующих поверхностей и свойствами, изменчивыми во времени и пространстве.

В связи с этим под линзой следует понимать гидравлически единую систему капельно-жидких нефтепродуктов, способную фильтроваться под влиянием градиента давлений (уровней) как единая флюидная среда.

Водно-эмульсионные формы загрязнения формируются вблизи контакта линзы и грунтовых вод в процессе режимных колебаний. Мощность зоны их распространения невелика, но благодаря им волонезной контакт является размытым, т.е. между линзой и водой существует переходная зона мощностью несколько десятков сантиметров.

Плавающая линза и переходная зона являются источниками загрязнения грунтовых вод растворенными нефтепродуктами. Растворимость большинства УВ в воде невелика, поэтому общий объем растворенных нефтепродуктов не превышает первых килограммов на гектар линзы. Однако опасность этого вида загрязнения несопоставима с его масштабами, так как оно может распространяться вместе с водой далеко за пределы первичного источника загрязнения.

Растворение НП усиливается вследствие сезонных и многолетних колебаний и инфильтрации воды через зону аэрации, загрязненную нефтепродуктами.

Вообще состояние загрязнения грунтовых вод является универсальным показателем загрязнения геологической среды нефтепродуктами, т.к. они являются одновременно как объектом загрязнения, так и объектом-загрязнителем.

В силу того, что грунтовые воды получают инфильтрационное питание на всей площади своего распространения, они загрязняются по всей площади, где геологическая среда содержит НП как в свободном (линза), так и в связанном виде (почвы, зона аэрации) за счет растворения последних просачивающимися атмосферными осадками. В дальнейшем на пути своего движения они могут загрязнять другие компоненты окружающей среды, как природные, так и техногенные.

Если сверхнормативное загрязнение грунтовых вод не обнаружено, то это свидетельствует об отсутствии (или практическом отсутствии) за-

загрязнения геологической среды. В этом случае при обнаружении загрязнения почв или поверхностных вод нефтепродуктами можно с высокой степенью вероятности говорить о том, что оно не связано с загрязнением геологической среды от деятельности оцениваемого объекта, а обусловлено какими-то иными причинами.

Если же сверхнормативное загрязнение грунтовых вод имеет место, то вероятность загрязнения нефтепродуктами геологической среды весьма высока. Следует только учитывать, что в ряде случаев это может быть вызвано инфильтрацией загрязненных ливневых стоков, а не непосредственно нефтепродуктов.

Оценивая потенциальную возможность загрязнения тех или иных объектов среды обитания вследствие загрязнения нефтепродуктами геологической среды, необходимо остановиться на следующем.

Первичное загрязнение зоны аэрации может оказывать непосредственное воздействие только на территории самого объекта-загрязнителя³ и в непосредственной близости от него (см. раздел 4.2.1). Опасность оно представляет в основном для подземных сооружений. Однако опосредованно, через грунтовые воды, оно может воздействовать и на удаленные объекты.

Сильное сверхнормативное загрязнение почв и корнеобитаемых слоев за пределами объекта-загрязнителя возможно только вследствие подъема уровня грунтовых вод с плавающими на них нефтепродуктами. Некоторое, но меньшее, загрязнение возможно вследствие испарения легколетучих, в основном ароматических, УВ с поверхности грунтовых вод и их последующей конденсации в почвах. Однако, последний вариант возможен только при очень высоких концентрациях этих УВ в воде (несколько десятков мг/л), что бывает достаточно редко. И в том, и в другом случае уровень грунтовых вод должен быть не глубже 2-3 м. В любом случае существенное загрязнение почв вне зон проливов свидетельствует о близком залегании уровня грунтовых вод и наличии, как правило, на их поверхности плавающих нефтепродуктов (линзы).

То же самое можно сказать и о сверхнормативном загрязнении воздуха в подземных сооружениях.

³ или вблизи мест аварийных проливов

Загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами может происходить из разных источников: ливневые стоки, сточные воды, грунтовые воды и свободные нефтепродукты. Первые два источника в настоящей работе не рассматриваются. Что касается двух последних, то на их влиянии следует остановиться подробнее.

Загрязненные грунтовые воды, разгружающиеся в поверхностные водотоки и водоемы, могут вызвать сверхнормативное загрязнение последних. Однако следует учитывать, что растворимость большинства нефтепродуктов в воде очень мала. Поэтому концентрации их в грунтовых водах редко превышают первые миллиграммы в литре. Кроме того, чем интенсивнее водообмен, тем меньше обычно эти концентрации, так как растворение нефтепродуктов является достаточно медленным процессом.

Несложные расчеты показывают, что если расход поверхностного водотока превышает разгрузку загрязненных растворенными нефтепродуктами подземных вод в несколько десятков раз, обнаружить загрязнение аналитическими методами практически невозможно. Правда, в медленно текущих равнинных реках такое загрязнение может быть обнаружено вблизи берега, так как полное перемешивание будет происходить значительно ниже по потоку от места разгрузки.

Что касается замкнутых водоемов (пруды, озера и т.д.), то их загрязнение растворенными в грунтовых водах нефтепродуктами вполне может быть обнаружено, так как вследствие гораздо меньшей по сравнению с реками скорости водообмена происходит их накопление.

В целом, следует сделать вывод, что отсутствие сверхнормативного загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами отнюдь не свидетельствует об отсутствии загрязнения ими геологической среды. Оно может быть следствием того, что или доля разгрузки в общем расходе водотока очень мала, или загрязненные грунтовые воды просто еще не достигли поверхностного водоема или водотока.

Совершенно другие последствия будут в том случае, если источником загрязнения поверхностных вод служат не растворенные, а свободные нефтепродукты, плавающие на поверхности грунтовых вод. Такое загрязнение обычно фиксируется в первую очередь наличием пленок

нефтепродуктов на поверхности воды, а так же нередко занефтенением береговых и донных отложений, и говорит о том, что плавающая линза уже достигла соответствующего объекта, то есть загрязнение достигло критического уровня.

Следует заметить, что наличие пленок на поверхности поверхностного водотока часто не сопровождается сверхнормативным повышением концентраций растворенных нефтепродуктов.

Необходимо также иметь в виду, что загрязнение поверхностных водоемов, находящихся внутри территории изучаемого объекта, как правило ничего не говорит о загрязнении геологической среды, так как чаще связано с поступлением сточных вод и ливневых стоков.

С точки зрения влияния на качество жизни населения несомненно наиболее опасным является загрязнение нефтепродуктами источников хозяйственно-питьевого водоснабжения – групповых водозаборов, одиночных скважин, колодцев, родников. Одновременно эти объекты являются и наиболее уязвимыми. Это связано с очень низкими ПДК для питьевых вод как нефтепродуктов в целом, так и их отдельных составляющих (фенол, ксилолы и т.д.). По этой причине сверхнормативное загрязнение этих водоисточников произойдет уже в том случае, когда в балансе водоотбора загрязненные грунтовые воды будут составлять всего несколько процентов. Наличие же даже небольших пленок свободных нефтепродуктов вообще является абсолютно недопустимым. Это требует особенно тщательного подхода к анализу причин загрязнения или потенциальной опасности такого загрязнения в будущем.

Во всех случаях важно определить, является ли загрязнение того или иного компонента окружающей среды следствием деятельности изучаемого объекта, или обусловлено другими причинами. В частности, с этим связано требование отбора проб воды из поверхностных водотоков выше и ниже места наиболее вероятной разгрузки загрязненных подземных вод, так как показателем загрязнения геологической среды на изучаемой территории служит не концентрация нефтепродуктов в месте разгрузки, а приращение ее между верхней и нижней точками отбора.

Вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

1) Загрязнение грунтовых вод растворенными нефтепродуктами представляет существенную опасность в основном для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для небольших замкнутых водоемов, широко используемых населением для тех или иных целей.

2) Наличие на поверхности грунтовых вод плавающей линзы несет угрозу практически всем уязвимым компонентам окружающей среды. Именно поэтому локализация и ликвидация таких линз почти всегда является первоочередной задачей.

3.5. Влияние геолого-гидрогеологических условий на формирование и развитие нефтепродуктового загрязнения геологической среды

Масштабы и интенсивность загрязнения различных компонентов геологической среды зависят как от технических характеристик объекта, так и геолого-гидрогеологических условий территории. Первые определяют общий объем загрязнения, состав нефтепродуктов и их физические свойства, распределение источников утечек по площади объекта (конкретные резервуары, эстакады, узлы задвижек и пр.).

Вторые определяют изменение и распространение загрязнения во времени и пространстве, возможность его негативного влияния на другие компоненты среды обитания.

Даже если специальных геоэкологических исследований территории не проводилось, практически везде в разное время проводились другие геологоразведочные работы – съемочные, поисковые, разведочные, результаты которых могут дать ценную информацию по рассматриваемой проблеме.

Учитывая важность проблемы, ниже мы более подробно рассмотрим, каким образом геолого-гидрогеологические условия влияют на формирование и развитие нефтепродуктового загрязнения геологической среды.

Выше было показано, что основными компонентами геологической среды, подвергающимися загрязнению, являются породы зоны аэрации, грунтовые воды и породы, слагающие грунтовых водоносный горизонт.

3.5.1. Влияние строения зоны аэрации

Первичное загрязнение пород зоны аэрации происходит непосредственно в процессе инфильтрации утерянных нефтепродуктов вниз по разрезу. В зависимости от строения зоны аэрации и ее мощности возможны следующие варианты.

1) Зона аэрации сложена однородными хорошо проницаемыми породами.

В этом случае загрязнение грунтов зоны аэрации происходит только непосредственно под объектами, где происходит утечка нефтепродуктов. Распространение загрязнения в горизонтальном направлении внутри зоны практически не происходит. Степень загрязнения зависит от свойств нефтепродуктов. Инфильтрующиеся нефтепродукты быстро достигают грунтовых вод, по которым могут транспортироваться на большие расстояния от источника загрязнения.

Такое строение зоны аэрации не способствует накоплению значительных мощностей НП, так как формирующаяся линза быстро растекается, но зато она может иметь значительную площадь, в зависимости от объема утерянных нефтепродуктов.

Степень экологической опасности при таком строении зоны аэрации достаточно высока.

2) Зона аэрации сложена однородными слабопроницаемыми породами.

Характерными особенностями загрязнения грунтов зоны аэрации в этом случае являются следующие:

- проникновение утерянных нефтепродуктов по разрезу происходит медленно. Глубина проникновения зависит от времени функционирования объекта, общего объема утечек и состава нефтепродуктов. Так, тяжелые вязкие нефтепродукты (мазут, сырая нефть) вообще могут локализоваться только в самой верхней части зоны аэрации или вообще на поверхности земли и в почве, легкие нефтепродукты могут достигать уровня грунтовых вод;
- значительный объем нефтепродуктов «зависает» в зоне аэрации. Степень загрязнения грунтов высокая;

- распространения загрязнений внутри зоны аэрации в горизонтальном направлении не происходит;
- при высокой остаточной водонасыщенности пород может возникать гидродинамический барьер, препятствующий проникновению нефтепродуктов на глубину и способствующий формированию подвешенных линз;
- в отдельных случаях, однако, проницаемость глинистых пород по отношению к легким углеводородам (бензин, керосин и пр.) может быть значительно, иногда на порядок, выше, чем по отношению к воде, что связано с высокой степенью их гидрофильности. В этом случае НП достаточно быстро проникают к уровню грунтовых вод;
- для плавающих линз характерна высокая мощность и относительно ограниченная площадь, т.к. миграция линзы по латерали затруднена.

Степень экологической опасности зависит от времени функционирования объекта и расстояния до объектов, загрязнение которых может вызвать негативные последствия (реки, моря, водозаборы и т.д.).

3) Зона аэрации сложена неоднородными (кусочно-неоднородными) породами высокой проницаемости.

Такая ситуация имеет место, когда зона аэрации представлена трещиноватыми и закарстованными породами.

Характерно быстрое проникновение загрязняющих УВ, в том числе тяжелых по отдельным высокопроницаемым зонам и быстрое распространение их с подземными водами.

Объем и степень загрязнения пород зоны аэрации невелики, но степень экологической опасности для окружающих сред высокая.

4) Зона аэрации сложена неоднородными в разрезе породами, представленными чередованием проницаемых и слабопроницаемых прослоев и линз.

Это один из наиболее часто встречающихся случаев. От предыдущих отличается тем, что распространение загрязнения по латерали от первичного источника происходит уже внутри зоны аэрации. Растекание происходит по кровле слабопроницаемых прослоев и линз, в основном по

падению пластов. Поэтому, чем больше таких прослоев и линз имеется в зоне аэрации, тем дальше распространяется загрязнение (рис. 1Б).

Для этого случая характерно, что для достижения нефтепродуктами уровня грунтовых вод требуется достаточно длительное время, т.к. значительная часть нефтепродуктов задерживается внутри зоны аэрации в виде подвешенных линз типа верховодки.

Степень загрязнения пород зоны аэрации обычно высокая.

Степень экологической опасности существенно зависит от состава пород самой нижней части зоны аэрации и повышается по мере улучшения их фильтрационных свойств.

3.5.2. Влияние мощности зоны аэрации

Мощность зоны аэрации оказывает существенное влияние на формирование загрязнения геологической среды и степень его экологической опасности, определяя время достижения нефтепродуктами грунтовых вод, интенсивность испарения углеводородов с поверхности техногенных линз, возможность вторичного загрязнения почво-грунтов, подземных промышленных и гражданских сооружений в процессе изменений уровня грунтовых вод и связанного с ним уровня нефтепродуктов в линзе.

Можно утверждать, что чем меньше мощность зоны аэрации, тем выше будет степень загрязнения грунтовых вод и тем быстрее оно произойдет.

От глубины залегания уровня нефтепродуктов в значительной степени зависит скорость их испарения и перехода в газовую шапку. При близком (менее 3 м) залегании этого уровня легколетучие компоненты испаряются достаточно интенсивно и достаточно быстро достигают поверхности. Это может представлять существенную опасность и для самого объекта-загрязнителя, где может создаваться пожаро-взрывоопасная ситуация, особенно в пониженных частях рельефа и заглубленных помещениях. Наибольшую опасность в данном случае представляет бензин.

При глубине залегания более 10 м такой опасности не существует.

Что касается вторичного загрязнения в процессе естественных или искусственных изменений уровня, то на этом вопросе мы остановимся несколько ниже (раздел 3.5.5).

3.5.3. Влияние строения и свойств грунтового водоносного горизонта

На возможность загрязнения грунтовых вод, его дальнейшее распространение, формирование и трансформацию образующейся техногенной линзы нефтепродуктов существенное влияние оказывают такие свойства грунтового водоносного горизонта, как состав и свойства слагающих его отложений, глубина уровня грунтовых вод, направление и скорость их движения, сезонные и многолетние колебания уровней.

Строение флюидовмещающей среды оказывает на характер движения линзы нефтепродуктов и грунтовых вод очень большое влияние, причем для двухфазной системы несмешивающихся жидкостей (нефтепродукт-вода) оно значительно больше, чем для однородного флюида.

1) Влияние микронеоднородности.

Просачивающиеся через зону аэрации капельножидкие нефтепродукты по достижении капиллярной каймы начинают накапливаться на ее поверхности, одновременно выдавливая и заменяя воду в порах. В зависимости от того, гидрофильной или гидрофобной является порода, этот процесс происходит по разному. В естественных условиях большинство горных пород являются гидрофильными (исключение – битуминозные породы и доломит). Поэтому для внедрения УВ в водоносную породу требуется преодолеть капиллярное давление воды, направленное из поры во вне и обратно пропорциональное размеру пор. Кроме того, для достижения нового равновесного состояния требуется определенное время, так же обратно пропорциональное диаметру пор. Все это приводит к тому, что накапливающийся нефтепродукт относительно быстро заполняет крупные поры, оставляя в мелких защемленную воду.

В результате формируется плавающая линза, в которой нефтенасыщенность пород никогда не достигает 100%. При этом максимальная нефтенасыщенность характерна для однородных высокопроницаемых пород, а минимальная – для микронеоднородных малопроницаемых.

В целом, чем неоднороднее среда, тем меньше ее нефтенасыщенность.

Величина гидродинамической дисперсии для двухфазного потока так же значительно выше, чем для однородного. Выше отмечалось, что в

гидрофильной среде фильтрация нефтепродукта происходит преимущественно по крупным порам. Вследствие этого при растекании линзы происходит сильное «размывание» фронта движущихся УВ, что проявляется в уменьшении нефтенасыщенности в линзе вниз по потоку.

2) Влияние макронеоднородности.

Макронеоднородность водоносного горизонта так же оказывает гораздо большее влияние на двухфазную среду, чем на однофазную. Так, согласно расчетам [13], небольшой пропласток с проницаемостью всего на 20% выше средней по горизонту обеспечивает продвижение по нему нефтепродуктов со скоростью, вдвое превышающей среднюю.

В результате этого «подводная» часть линзы может опережать «надводную», но средняя нефтенасыщенность будет еще более уменьшаться.

Вследствие вышесказанного скорость фильтрации нефтепродуктов иногда может превышать скорость фильтрации воды, хотя их вязкость больше.

Несмотря на это, расстояние (ℓ), на которое может продвинуться загрязнение вследствие его переноса подземными водами на предварительном этапе можно определять по формуле поршневого вытеснения (1), введя в нее поправочный коэффициент (α), учитывающий изложенное выше.

$$\ell = \alpha \frac{k \cdot i \cdot T}{n} \quad (1)$$

где: k – коэффициент фильтрации, м/сут;

i – уклон потока грунтовых вод;

T – время существования очага загрязнения, сут;

n – активная пористость;

α – поправочный коэффициент.

Коэффициент α рекомендуется принимать равным двум, а в весьма неоднородных пластах (например, трещинно-карстовых) увеличить его до трех-четырех.

3.5.4. Влияние скорости водообмена

Скорость водообмена играет двоякую роль. При слабом водообмене может образовываться мощная линза нефтепродуктов, не выходящая далеко за пределы участка, где происходит загрязнение, и опасная, пре-

жде всего, для самого объекта, ее породившего. При интенсивном водообмене мощной линзы не образуется, т.к. инфильтрующиеся нефтепродукты быстро «сносятся» потоком грунтовых вод за пределы участка, иногда на значительное расстояние, загрязняя поверхностные водотоки и водоемы, водозаборные сооружения и т.д., что в целом нередко не менее, а более опасно.

Интенсивность водообмена определяется глубиной залегания уровней грунтовых вод, геоморфологическим положением участка, расчлененностью рельефа, проницаемостью пород зоны аэрации и водоносного горизонта, величиной инфильтрационного питания грунтовых вод. Так, например, при расчлененном рельефе и близком залегании уровня формирования линзы нефтепродуктов практически не происходит, т.к. накопленные в межень нефтепродукты ежегодно «смываются» в речную и овражно-балочную часть в период паводка. Наоборот, при слаборасчлененном рельефе и глубоком залегании уровня могут формироваться достаточно мощные линзы при наличии соответствующего «питания».

3.5.5. Влияние естественных колебаний уровня грунтовых вод

Колебания уровня грунтовых вод и соответственно линзы нефтепродуктов (в случае ее наличия) оказывает существенное влияние на формирование загрязнения геологической среды. Это проявляется в нескольких направлениях.

1. Вторичное загрязнение зоны аэрации.

Колебания уровней подземных вод приводят к подъему нефтепродуктов в ранее незагрязненную часть зоны аэрации за пределами площади первичного загрязнения. В зависимости от амплитуды подъема уровней загрязнение может охватывать большую или меньшую часть разреза и в ряде случаев даже достигнуть поверхности, загрязняя корнеобитаемые слои.

Это способствует интенсификации процессов растворения нефтепродуктов инфильтрующимися водами и их испарения в зоне аэрации. При этом, чем больше амплитуда колебаний, тем больший объем зоны аэрации загрязняется нефтепродуктами и тем более интенсивно протекают вышеуказанные процессы.

2. Загрязнение водоносного горизонта.

Между максимальным и минимальным положением уровня ВНК формируется зона капельножидких эмульгированных в воде и адсорбированных по поверхности зерен нефтепродуктов. В результате существенного увеличения площади контакта нефтепродуктов с водой усиливаются процессы их растворения и одновременно интенсифицируются процессы их химической и биологической деградации. Последние способствуют накоплению в воде вторичных загрязняющих компонентов (NH_4 , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Pb и т.д.).

В целом указанные процессы усиливают степень загрязнения геологической среды, но, вместе с тем, препятствуют латеральному растеканию линзы свободных нефтепродуктов. Тем не менее, большая амплитуда колебаний уровня, особенно, если эти колебания происходят быстро, является отрицательным фактором с точки зрения экологической опасности нефтепродуктового загрязнения геологической среды для других природных и техногенных объектов.

3.5.6. Влияние УВ на качество подземных вод

Загрязнение геологической среды нефтепродуктами приводит к загрязнению ими подземных вод. Основным механизмом загрязнения является растворение, интенсивность которого зависит от площади и времени контакта воды с УВ. Интенсификации перевода УВ в раствор способствуют колебания уровня грунтовых вод и ВНК.

Следует иметь в виду, что растворимость различных видов УВ существенно различна. Наибольшей растворимостью характеризуются циклические УВ – бензол, толуол, этилбензол и ксилол. Одновременно эти вещества являются и наиболее миграционноспособными. По этой причине суммарная концентрация их в воде во всем мире принимается в качестве универсального показателя загрязнения подземных вод нефтепродуктами (индекс ВТЕХ).

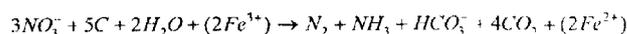
Однако, непосредственное определение содержаний в воде нефтепродуктов, в том числе индекса ВТЕХ, производится достаточно редко и только при проведении специализированных исследований, что связано как с относительно высокой стоимостью анализов, так и с ограниченностью аналитических возможностей большинства производственных лабораторий. В то же время существуют косвенные геохимические пока-

затели, свидетельствующие о загрязнении подземных вод нефтепродуктами, которые практически всегда определяются при проведении гидрохимических исследований любой направленности. Эти показатели могут быть разделены на первичные, непосредственно связанные с наличием в воде растворенных нефтепродуктов, и вторичные, связанные с химической трансформацией УВ в подземных условиях.

К первым относятся органолептические физические показатели – запах и привкус. Обычно запах и привкус подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, превышает 3 балла, т.е. вода обладает таким запахом и привкусом, которые легко обнаруживаются или даже обращают на себя внимание, поскольку вызывают неодобрительную оценку органолептических свойств воды. Нередко по поверхности воды отмечаются опалесцирующие пленки.

Вторичные показатели состава воды формируются в основном в процессе окисления УВ. В первую очередь на окисление расходуется растворенный кислород. Поэтому загрязненные НП подземные воды характеризуются повышенным значением перманганатной (> 5 мгО/л) и бихроматной (> 15 мгО/л) окисляемости и низкими значениями окислительно-восстановительного потенциала (< 150 мВ при околонейтральной реакции среды). Это создает благоприятные условия для перехода из пород в воду закисных форм железа и марганца. Содержание этих элементов в подземных водах при этом заметно превышает фоновые, характерные для данного конкретного района, причем, принципиально говоря, чем выше концентрация нефтепродуктов и чем длительнее их контакт с водой, тем ниже величина Eh и тем выше концентрация FeII и MnII в воде. Например, в г.Туапсе концентрация FeII в загрязненных УВ водах аллювия достигает 2-3 мг/л при фоновом содержании в аллювии горных рек менее 0.1 мг/л.

В отсутствии свободного кислорода окисление УВ происходит за счет процессов денитрификации с использованием кислорода нитратных и нитритных соединений с образованием биохимически устойчивой в анаэробных средах аммонийной формы азота N(III-). Схематически это выглядит следующим образом:



Таким образом параллельно с ионом аммония в этом процессе образуется свободный азот, углекислота и закисное железо. Обнаружение в воде такого комплекса элементов и соединений свидетельствует о большой вероятности существования выше по потоку нефтепродуктового загрязнения геологической среды.

Помимо перечисленных, косвенными показателями загрязнения могут служить токсичные элементы и соединения, содержащиеся в продуктах перегонки нефти, в первую очередь свинец (до 650 мг/л бензина), а так же никель (до 19 мг/л), медь (до 4,5 мг/л), цинк (до 5 мг/л) и др. Понятно, что растворяясь в подземных водах, нефтепродукты повышают концентрацию в воде и этих элементов (относительно фона).

Таким образом, целенаправленный анализ имеющихся гидрохимических материалов может дать важные сведения относительно возможного загрязнения геологической среды.

3.6. Типизация факторов загрязнения по степени их экологической опасности

Как следует из сказанного в разделе 3 настоящих рекомендаций, факторы, определяющие характер загрязнения геологической среды нефтепродуктами, его масштабы, интенсивность и экологическую опасность, весьма многообразны, а степень этой опасности определяется их сложным сочетанием. Так объем загрязнения геологической среды определяется годовым оборотом нефтепродуктов и временем существования объекта; возможность формирования линзы и скорость ее растекания – теми же факторами, а также интенсивностью водообмена (фильтрационные свойства пород и уклоны зеркала грунтовых вод) и свойствами нефтепродуктов; расстояние, на которое продвинулось загрязнение – интенсивностью водообмена и временем эксплуатации объекта; возможность сверхнормативного загрязнения корнеобитаемого слоя (в т.ч. почвы) и атмосферы подземных сооружений – глубиной уровня и наличием линзы; интенсивность загрязнения грунтовых вод – мощностью зоны аэрации и ее строением, интенсивностью потерь, составом нефтепродуктов и так далее.

В таблице 1 представлена типизация наиболее важных показателей (факторов), определяющих степень экологической опасности объекта.

С учетом сказанного, объем бурения и расположения скважин будет зависеть от степени экологической опасности объекта.

Естественно, что на рассматриваемой стадии работ вошедшие в таблицу 1 факторы определяют лишь потенциальную опасность объекта для окружающей среды. Окончательные выводы будут сделаны в процессе составления его геоэкологического паспорта.

4. ЗАДАЧИ РАБОТ НА СТАДИИ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Как отмечалось выше, нефтепродуктовое загрязнение геологической среды является одним из самых распространенных и опасных. На территории России имеются тысячи объектов, связанных с добычей, транспортировкой, переработкой, хранением и распределением нефти и нефтепродуктов, и все они могут быть потенциальными источниками загрязнения геологической среды и сопряженных с ней компонентов окружающей среды и объектов. Естественно, что проведение реабилитационных мероприятий одновременно на всех таких объектах невозможно. Поэтому важнейшей задачей на сегодняшний день является выделение тех из них, которые представляют наибольшую экологическую опасность, причем эта работа должна быть проведена при минимальных финансовых затратах.

Для достижения этой цели и предполагается геоэкологическая паспортизация всех предприятий нефтяного комплекса и других очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами, для чего предварительно должны быть решены следующие вопросы:

- 1) Предварительная оценка потенциально возможного количества нефтепродуктов в недрах.
- 2) Предварительная оценка распределения загрязнения в недрах.
- 3) Оценка экологической опасности нефтепродуктового загрязнения геологической среды.
- 4) Разработка геоэкологического паспорта.

Таблица 1

Типизация факторов загрязнения по степени экологической опасности

Фактор типизации		Степень опасности				Зависимые параметры	Индекс степени экологической опасности
Группа	Название	I	II	III	IV		
1	2	3	4	5	6	7	8
А	Годовой оборот нефтепродуктов, тыс.т/год	100	50-100	10-50	<10	Объем загрязнения, возможность формирования линзы	A _I -A _{IV}
Б	Срок эксплуатации, лет	>20	10-20	3-10	<3	Объем загрязнения, распространение загрязнения	B _I -B _{IV}
В	Расстояние до наиболее уязвимых объектов окружающей среды (в долях от величины, рассчитанной по формуле 1)	<0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	>2,0	Потенциальная возможность загрязнения объектов окружающей среды (поверхностных вод, водозаборов, земель и т.д.)	B _I -B _{IV}
Г	Глубина до уровня грунтовых вод в районе оцениваемого объекта	<3	3-10	>10	---	Опасность загрязнения корнеобитаемых слоев, подвалов зданий, балок, ручьев	G _I -G _{III}

Степень экологической опасности объекта определяется совокупностью индексов опасности (гр.8), например A_I; B_{II}; B_{III} (Г)

5) Разработка рекомендаций по проведению дальнейших работ по локализации и ликвидации загрязнения.

4.1. Предварительная оценка потенциально возможного количества нефтепродуктов в недрах

На рассматриваемом этапе работ оценка производится не строгими методами, предполагающими проведение широкого комплекса полевых, лабораторных и камеральных работ, а приближенно, методом технической аналогии.

Эта оценка предполагает анализ основных технических характеристик объекта-загрязнителя. Она базируется на следующем:

- масштабы загрязнения геологической среды примерно соответствуют величине возможных утечек за период функционирования объекта;
- величина утечек примерно пропорциональна обороту нефтепродуктов за это же период;
- величина утечек возрастает по мере старения оборудования вследствие износа, коррозии и т.д.

По данным В.М.Гольберга [3] величина утечек составляет 0.1-0.5% от объема оборота, по нашим данным на старых объектах она достигает 1-2%. Например, на складах ГСМ аэродрома в г.Энгельсе эта величина составила 1-1.5% за 40 лет эксплуатации.

По данным [21] средний срок работы основного оборудования на объектах нефтепродуктообеспечения до возникновения крупных утечек из резервуаров составляет 18 лет. На погрузочно-разгрузочных эстакадах и терминалах размеры утечек превышают 0.2-0.3% уже через 5-10 лет, а иногда и раньше вследствие несовершенства оборудования и нарушений технологической дисциплины.

Известно, что в современных условиях износ основного оборудования на НПЗ, НПО, нефтебазах, складах ГСМ и т.д. очень высок. Так, по данным специалистов ОАО «Роснефть», около 60% резервуарного парка на объектах НПО эксплуатируется более 50 лет.

С учетом изложенного, следует принять, что объем утечек по мере увеличения срока эксплуатации объекта увеличивается в соответствии с нижеследующей таблицей.

Таблица 2

Срок эксплуатации, лет	Величина потерь, % от оборота в год
0-5	0.1
5-10	0.2
10-20	0.3
20-30	0.5
30-40	1.0
40-50	1.5
> 50	2

Естественно, что эти величины являются сугубо приближенными и могут использоваться лишь для общей оценки экологической опасности объекта, поскольку трудно сравнить крупный НПЗ и АЗС. Следует так же учитывать способность НП к проникновению в недра. Так утерянные легкие нефтепродукты практически полностью инфильтруются вниз по разрезу, в то время, как тяжелые, например, мазут, будут концентрироваться на поверхности и вблизи нее и практически не могут загрязнять геологическую среду.

4.2. Предварительная оценка распределения загрязнения в недрах

Работа по этому пункту должна дать ориентировочные ответы на следующие вопросы:

- определить сам факт наличия загрязнения (по возможности);
- дать оценку масштабов загрязнения зоны аэрации;
- дать оценку размеров плавающей линзы, ее возможного пространственного положения;
- дать оценку загрязнения грунтовых вод и его возможного распространения в пространстве.

Эти вопросы решаются в два этапа.

На первом этапе осуществляется анализ имеющегося материала (раздел 5), на втором – выполняется необходимый минимальный объем специальных исследований (см. разд. 6).

5. СОСТАВ ИНФОРМАЦИИ НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

С учетом изложенного в предыдущих разделах на предварительном этапе должен быть осуществлен сбор, обработка и анализ имеющихся материалов по объекту по следующим направлениям.

5.1. Техническая информация

Данная информация должна быть подготовлена и предоставлена владельцем потенциально опасного объекта и содержать следующие сведения:

- 5.1.1. Хозяйственная принадлежность предприятия.
- 5.1.2. Год ввода объекта в эксплуатацию. Для крупных объектов – по очередям.
- 5.1.3. Годовой оборот нефтепродуктов с начала эксплуатации, в целом и раздельно по типам – бензины, керосины, дизельное топливо, темные нефтепродукты, сырая нефть, масла).
- 5.1.4. Объем хранения, в т.ч. раздельно по светлым, темным, маслам.
- 5.1.5. Краткая техническая характеристика резервуаров, год их установки, ремонта и вывода из эксплуатации, условия установки (подземные, поверхностные).
- 5.1.6. Характеристика условий и технологии приема и отпуска нефтепродуктов.
- 5.1.7. Справка об имевших место аварийных ситуациях с указанием даты, объема, состава и места утечек.
- 5.1.8. Характеристика проводимых природоохраняющих мероприятий.
- 5.1.9. Характеристика участков технической территории. Масштабная экологически ориентированная схема размещения на территории объекта резервуаров, нефтепродуктопроводов, мест приема и отпуска нефтепродуктов, отстойников, амбаров и др., защитных сооружений (дренажные устройства, противофильтрационные завесы и пр.). Масштаб схемы должен позволить отразить на ней каждый источник загрязнения геологической среды НП.

5.2. Сведения о геолого-гидрогеологической обстановке на территории объекта и в его ближайших окрестностях

Приступая к сбору этих сведений, следует иметь в виду, что на крупных объектах на стадии строительства и реконструкции проводятся инженерно-геологические изыскания, материалы которых обычно сопровождают проектную документацию. Эти материалы должны быть представлены в контролирующие органы как дополнение к экологическому паспорту предприятия (ГОСТ 0.0.04-90). Они должны включать:

- инженерно-геологические разрезы (из проектной документации);
- справка об имеющихся на территории объекта скважинах и геологическая документация по ним;
- справка о проводившихся на территории объекта изысканиях с указанием организаций, их проводивших, наличия или отсутствия отчетных материалов по этим изысканиям.

Кроме того, должны быть собраны, систематизированы и проанализированы материалы геолого-гидрогеологических работ, проводимых в районе объекта с другими целями. При этом основное внимание уделяется сведениям, характеризующим:

- строение, состав, мощность зоны аэрации;
- строение, состав водовмещающих пород, глубину залегания, фильтрационные свойства грунтового водоносного горизонта;
- уклон и направление движения грунтовых вод в естественных и нарушенных, если это имеет место, условиях;
- качество грунтовых вод, в первую очередь по вышеупомянутым скважинам. Особое внимание уделяется сведениям о проявлениях нефтепродуктового загрязнения вод и пород в процессе бурения и (или) опробования скважин, а так же данные мониторинга, если таковые имели место.

5.3. Экологически ориентированный план объекта и прилегающей территории в масштабе 1: 2000 – 1: 5000

Такой план составляется с учетом данных, полученных при сборе материалов по п.п. 5.1 и 5.2 и должен включать, кроме указанного в п.5.1.9, следующее:

5.3.1. Положение ближайших рек, естественных и искусственных водоемов, балок, оврагов;

5.3.2. Расположение скважин, особенно водозаборных, колодцев, родников; показатели качества воды в этих водопунктах, если такие сведения имеются;

5.3.3. Расположение ближайших жилых и производственных зданий;

5.3.4. Границы сельскохозяйственных угодий.

Информация данной стадии исследований может быть получена и проанализирована в сжатые сроки. По результатам этого анализа выделяются потенциально наиболее опасные объекты в соответствии с табл. 1 и составляется график дальнейших исследований.

**6. ВИДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ НА СТАДИИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ**

В отдельных случаях имеющихся материалов может оказаться достаточно для вполне надежной оценки экологической опасности загрязнения геологической среды нефтепродуктами в результате деятельности того или иного предприятия и принятия решения о необходимости и срочности принятия защитных мер по локализации и (или) ликвидации загрязнения. В подавляющем же большинстве случаев на предварительном этапе можно оценить лишь потенциальную опасность объекта, то есть ответить на вопрос, может ли данный объект в принципе представлять опасность для окружающей среды и предположительно определить степень такой опасности (см. ниже в п. 6.4).

Для ответа на вопрос, существует ли такая опасность на самом деле и какова ее степень, следует провести определенный комплекс специальных гидрогеоэкологических исследований (второй этап исследований).

В первую очередь следует использовать такие виды исследований, которые охватывают достаточно большую площадь и не требуют боль-

ших затрат, таких, как рекогносцировочное гидрогеоэкологическое обследование территории и газохимические съемки. Объем буровых и опытно-опробовательских работ на этой стадии работ должен быть минимальным.

Работы должны выполняться организацией, имеющей лицензию на проведение геоэкологических исследований.

Результаты исследований используются при составлении геоэкологического паспорта и пояснительной записки к нему (см. раздел 9).

6.1. Рекогносцировочное гидрогеологическое обследование объекта и прилегающей территории

При обосновании площади обследования можно ориентироваться на следующее.

Согласно имеющимся опыту наиболее подвижной частью геологической среды при распространении загрязнения от первичного источника являются подземные воды. Расстояние (l), на которое они могут перенести загрязнение, определяет площадь обследования и может быть ориентировочно оценено по формуле (1):

Учитывая ориентировочный характер всех входящих в формулу параметров с учетом наиболее вероятного направления распространения загрязнения; принимаются следующие значения коэффициента α в формуле (1):

- вниз по потоку $\alpha = 2$;
- вкрест по потоку $\alpha = 1$;
- вверх по потоку $\alpha = 0.5$.

Для весьма неоднородных пластов (например, трещино-карстовых) коэффициент α вниз по потоку увеличивается до 3-4.

При наличии на территории достаточно крупных поверхностных водных объектов (рек, озер, каналов), площадь обследования ими ограничивается.

В состав обследования входит унифицированный комплекс преимущественно визуальных наблюдений и опробований, который, однако, может быть дополнен или сокращен «Исполнителями» в зависимости от масштаба объекта, степени его потенциальной геоэкологической опасно-

сти и полноты имеющейся по территории объекта геолого-гидрогеологической информации.

В процессе обследований фиксируются:

- участки фактически установленных и возможных утечек нефтепродуктов;
- участки скопления нефтепродуктов на поверхности земли;
- возможные пути направления миграции нефтепродуктов с территории объекта с поверхностными и подземными водами;
- участки высачивания нефтепродуктов в овражно-балочную сеть, водоемы, колодцы;
- направление движения грунтовых вод, наличие зданий и водозаборных сооружений ниже по потоку;
- уровни грунтовых вод по ближайшим колодцам и скважинам;
- геоморфологическая принадлежность территории изучаемого объекта;
- ландшафт территории, тип почв, имеющаяся растительность, степень ее угнетения;
- существующие дренажные сооружения и их параметры.

6.2. Газохимические съемки

Газохимические исследования почвенного воздуха во многих случаях позволяют зафиксировать наличие в недрах нефтепродуктов при их отсутствии на поверхности. Исключения составляют случаи, когда уровень подземных вод находится глубоко от поверхности (>10 м), а зона аэрации не загрязнена.

Эти исследования проводятся только на тех объектах, потенциальная опасность которых выявлена на предварительной стадии на основе анализа имеющихся материалов и данных гидрогеологического обследования.

Исследования проводятся как на территории самого объекта-загрязнителя, так и на прилегающей территории.

Площадь исследований первоначально определяется как половина площади, рассчитанной по формуле (1). Они проводятся по обычной ме-

тодике, начиная от границ объекта, по нескольким профилям вниз, вверх и вкрест потоку подземных вод с шагом 20-50 м. Дополнительно берутся пробы на участках, где зафиксировано угнетение растительности.

В составе проб воздуха на этом этапе достаточно определить суммарное содержание углеводородов (C_1-C_6) и CO_2 .

При отсутствии аномалии газохимические исследования должны быть прерваны. При этом, однако, следует проанализировать, не связано ли отсутствие этих аномалий с большой глубиной залегания уровней воды (за пределами объекта). Если такая вероятность существует, следует отобрать пробы газа на участках близкого залегания уровня.

6.3. Гидрогеохимическое опробование

Гидрогеохимическое опробование проводится как правило параллельно с гидрогеоэкологическим обследованием территории и включает в себя:

6.3.1. Отбор и анализ проб воды из существующих скважин, колодцев, родников. При большом количестве водопунктов опробование проводится выборочно, так, чтобы по возможности были охарактеризованы все элементы исследуемой территории;

6.3.2. Отбор и анализ проб поверхностных вод:

- из озер и прудов – по 1 пробе вблизи берега из точки, ближайшей к объекту-загрязнителю;
- из ближайших рек (или каналов) – из точки наиболее вероятного попадания нефтепродуктов в реку и из двух створов в 100 м выше и в 500 м ниже от этой точки. Пробы отбираются из мест с минимальной скоростью течения, так же вблизи берега;
- из ближайших ручьев – по одной пробе.

Набор показателей, определяемых в процессе анализа, принимается в соответствии с п.3.5.6.

6.3.3. Отбор и анализ проб почвы.

Пробы отбираются с глубины 5 и 15 см в точках выявленных в процессе исследований газохимических аномалий и мест с угнетенной

растительностью. При отсутствии таких сведений пробы отбираются в 3-х точках: в 30 м выше и ниже по потоку грунтовых вод от границ объекта и в 100 м ниже.

В пробах определяется суммарное содержание нефтепродуктов и, по возможности, индекс ВТЕХ.

6.4. Бурение специальных скважин

Вопрос о целесообразности проведения буровых работ на данной стадии исследований решается в каждом конкретном случае в зависимости от наличия материалов и пунктов обследования. При этом учитывается масштаб объекта, полнота и достоверность имеющейся геолого-гидрогеологической информации, результаты визуального геоэкологического обследования.

Если по совокупности материалов принято решение о необходимости проведения буровых работ, то следует иметь в виду особенности формирования очагового загрязнения, описанные в предыдущих разделах.

Основной целью бурения специальных скважин является получение или уточнение информации о характере, масштабах и интенсивности загрязнения геологической среды нефтепродуктами и мониторинга в дальнейшем этого загрязнения. Поэтому расположение и конструкции скважин должны соответствовать требованиям и задачам мониторинга, хотя цель организации полномасштабной наблюдательной сети на этом этапе естественно не преследуется.

С учетом сказанного, объем бурения и расположения скважин будет зависеть от степени экологической опасности объекта.

При этом безусловно следует учитывать наличие скважин на изучаемой площади.

Можно выделить три варианта сочетания факторов, определяющих опасность объекта (в соответствии с таблицей 1).

- 1) Объекты типов А_{III}, А_{IV}, Б_{III}, В_{IV}, (Г_{II}, Г_{III}).

Это в основном небольшие объекты, функционирующие сравнительно недолгое время и не представляющие значимой опасности в настоящее время.

В этом случае как правило достаточно пробурить одну скважину на внешней стороне объекта на расстоянии 20-30 м по направлению движения грунтовых вод.

2) Объекты типов А_{II}, Б_{II}, В_{II}, (Г_I).

Эти объекты, как правило, являются потенциально опасными. Хотя непосредственной угрозы они пока не представляют, но она может возникнуть в ближайшем будущем.

В этом случае целесообразно бурение 3-4 скважин по профилю, ориентированному вдоль по потоку подземных вод, причем одна скважина бурится выше по потоку в 30-50 м от внешней границы объекта, а остальные – ниже на расстоянии 20-30 м, 100-150 м и при необходимости дальше. При этом, если в ближней скважине будет обнаружен нефтепродукт, то бурение продолжается с шагом 100-150 м.

3) Объекты типов А_I, Б_I, В_I и В_{II}.

Это потенциально наиболее опасные объекты, требующие принятия срочных мер. Поэтому уже на предварительной стадии необходимо получить данные, достаточные для проектирования детальных работ и принятия принципиальных решений по методике борьбы с загрязнением.

В этих условиях рекомендуется заложить дополнительно к п.2 второй профиль из 2-4 скважин вкост направлении потока грунтовых вод на расстояниях 20-30 и 80-100 м от внешних границ объекта, руководствуясь вышеизложенными принципами.

Отдельно следует остановиться на влиянии фактора группы Г на принятие решений. Малая глубина уровня может и не представлять опасности для окружающей среды при отсутствии вблизи него ее уязвимых компонентов, например, при слаборасчлененном рельефе и небольшой амплитуде колебаний. В таком случае при выборе объема буровых работ этот фактор можно не учитывать. Однако, в этих условиях объект-загрязнитель может представлять угрозу «самому себе», так как близкое расположение уровня нефтепродуктов может привести к их сверх-

нормативному накоплению внутри производственных помещений и защищенных от ветра понижениях рельефа, вызывая отравление персонала и провоцируя создание пожаро-взрывоопасных ситуаций, особенно в летнее время и при наличии в составе плавающей линзы большого количества легколетучих компонентов.

В рассматриваемом случае целесообразно пробурить одну-две скважины внутри объекта в наиболее опасных зонах.

Все скважины проходятся с отбором керна. В процессе бурения производится визуальное обследование керна, отмечается присутствие запаха, наличие нефтепродуктов (связанных и свободных), анализируется их изменение по разрезу. Глубина скважин определяется конкретными условиями. Как правило, они бурятся до глубины на 4-5 м ниже уровня грунтовых вод (или водо-нефтяного контакта).

По окончании бурения скважины оборудуются незатопленными фильтрами так, чтобы уровни воды и нефтепродукта всегда находились внутри фильтра, т.е. с учетом их максимального и минимального положения в многолетнем разрезе.

После прокачки и выстойки в скважинах замеряются соответствующие уровни и отбираются пробы нефтепродуктов при их наличии или воды при их отсутствии. Пробы воды рекомендуется отбирать из верхней части водоносного горизонта с помощью пробоотборника или малопроизводительного насоса, устанавливаемого непосредственно в интервале отбора.

Во всех пробах нефтепродукта определяются плотность, вязкость и температура вспышки. В одной из проб определяется компонентный состав нефтепродуктов и содержание в них тяжелых металлов, хотя бы полуколичественным методом.

Пробы воды анализируются в соответствии с рекомендациями, изложенными выше в разделе 3.

7. ОСОБЕННОСТИ РАБОТ НА ЛИНЕЙНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

К линейным источникам загрязнения или возможного загрязнения геологической среды нефтью и ее производными относятся нефте- и

продуктопроводы, в первую очередь – магистральные. Именно их большой протяженностью и обусловлены особенности их изучения и оценки.

Оценка экологической опасности магистрального трубопровода как единого целого малопродуктивна, т.к. разные его участки требуют различного подхода.

Представляется целесообразным проведение работ в следующей последовательности.

1) Выделение на трассе трубопровода участков, различных по степени опасности загрязнения геологической среды, в том числе:

- участки, где трубопровод проходит по поверхности земли;
- участки подземного заложения трубопровода;
- технологические сооружения на трассе трубопровода (головные сооружения, насосные станции, узлы задвижек и пр.).

Наиболее опасными с позиций возможного загрязнения геологической среды являются технологические сооружения, а также те участки подземного заложения трубопровода, которые пересекают зоны тектонических нарушений, долины рек и другие зоны, где возможны проявления геодинамических процессов.

Технологические сооружения в принципе могут рассматриваться как локальные объекты. Надо только иметь в виду, что оценка потерь нефтепродуктов по данным таблицы 2, в данном случае невозможна, т.к. для этого нет достаточного опыта. Представляется, что она будет завышенной. Наиболее близко такой оценке будут вероятно участки приема и выдачи нефтепродуктов. Остальные технологические объекты могут рассматриваться как небольшие (типа Аш или Av).

Участки подземного заложения трубопровода опасны тем, что происходящие утечки, если они не носят катастрофический характер, очень трудно заметить, так как они могут никак не проявлять себя в течение многих лет.

Для выявления наличия таких утечек наиболее целесообразным является проведение газохимической съемки по трассе трубопровода с шагом 50-100 м, со сгущением точек в наиболее опасных местах (см. выше). В местах наиболее крупных аномалий закладываются поперечные про-

филя длиной до 500 м, а вблизи трубопровода ниже по потоку грунтовых вод бурятся контрольные скважины.

Наиболее крупные аномалии рассматриваются как локальные очаги загрязнения.

Участки, где трубопроводы проходят по поверхности, представляют значительно меньшую экологическую опасность, так как даже небольшие утечки нефтепродукта обычно достаточно быстро обнаруживаются.

Исключения составляют места аварийных и катастрофических утечек, подходы к оценке экологической опасности которых изложены ниже, в разделе 8.

8. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙНЫХ ПРОЛИВОВ

Выше были рассмотрены вопросы, связанные с загрязнением геологической среды нефтепродуктами в результате в основном хронических утечек на тех или иных объектах. Однако такое загрязнение происходит и в результате аварийных проливов, происходящих в результате различного рода техногенных и природных катастроф при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов. К ним относятся аварии на железнодорожном и автомобильном транспорте, разрывы трубопроводов и резервуаров, слив нефтепродуктов при наступлении противника во время военных действий и др.

Основным отличием в данном случае является то, что проливы нефтепродуктов на поверхность и их последующее проникновение в недра происходит одновременно в значительных объемах. Естественно, что оценить масштабы загрязнения геологической среды так, как это предлагалось ранее в разделе 4 не представляется возможным. Вообще говоря, оценить количество нефтепродуктов, проникших в недра в результате аварии, весьма затруднительно, так как оно зависит от многих факторов. Из общего объема пролитых нефтепродуктов часть убирается при проведении реабилитационных мероприятий, часть смывается поверхностным стоком, часть сорбируется почвенным слоем и часть просачивается в недра. Фактически оценить последнюю можно только после

проведения специализированных гидрогеологических исследований, сопровождающихся значительным объемом буровых, опытных, геофизических и других работ.

Поэтому на этапе предварительной оценки можно ограничиться классификацией проливов по их объему:

- 1) катастрофические – более 500 т;
- 2) очень крупные – 100-500 т;
- 3) крупные – 20-100 т;
- 4) средние – 5-20 т;
- 5) мелкие – менее 5 т.

Первый и второй типы соответствуют первой степени опасности (см. табл. 1), третий – второй, четвертый – третьей и пятый – четвертой.

Надо отметить, что если аварийный пролив происходит внутри объекта-загрязнителя, то его объем для оценки экологической опасности для окружающей среды может просто приплюсовываться к объему хронических утечек, хотя нельзя не учитывать возможную опасность аварийного пролива для самого объекта.

Если же авария происходит за пределами объекта, то вопросы выявления загрязнения геологической среды естественно не стоят. Что касается оценки потенциальной опасности загрязнения недр для окружающей среды, то ее методика по существу идентична таковой для локальных объектов. Надо только вместо времени эксплуатации объекта учитывать время, прошедшее с момента аварии. Кроме того, должна быть пробурена дополнительно к количеству, рекомендованному в разд.б.4, еще хотя бы одна скважина в центре пятна загрязнения поверхности для первых трех типов проливов.

В рассматриваемом случае составляется геоэкологический паспорт очага загрязнения.

9. КЛАССИФИЦИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА И ОФОРМЛЕНИЕ ЕГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА

Классифицирование объекта производится на базе информации о его деятельности, типе в соответствии с табл.1 и результатов проведенных на рассматриваемой стадии работ.

Основой для отнесения исследуемого объекта к определенному классу опасности служит степень угрозы нефтепродуктового загрязнения того или иного жизненно-важного компонента окружающей среды.

Учитывая особенности накопления нефтепродуктов в результате их утечек, испарения и миграции с подземными и поверхностными водами, можно выделить 3 основные проблемы, связанные с нефтяным загрязнением.

А. Сверхнормативное загрязнение акваторий и поверхностных водотоков в результате переноса нефтепродуктов от источников утечек в свободном и растворенном виде.

В. Сверхнормативное загрязнение водоносных горизонтов и водоемких источников, воды которых используются для питьевых, лечебных и иных целей.

С. Сверхнормативное загрязнение почв и корнеобитаемых слоев, рекреационных и сельских зонах и землях, используемых в сельскохозяйственных целях, а также загрязнение подземных промышленных и гражданских объектов.

Связь эксплуатации исследуемого объекта с каждой из перечисленных проблем и отражается его отнесением к одному из классов опасности.

На этапе проведения работ по выявлению и предварительной оценке загрязнения геологической среды нефтепродуктами представляется целесообразным деление обследованных объектов на 3 класса:

К I классу опасности следует отнести те объекты, деятельность или результаты деятельности которых вызвали уже или вызовут неминуемо в ближайшее время необходимость решения одной из вышеперечисленных проблем.

К II классу опасности следует отнести объекты, деятельность или результаты деятельности которых потенциально опасны в аспекте любой из проблем, хотя непосредственной угрозы этому в настоящее время нет.

К III классу следует отнести объекты, деятельность или результаты деятельности которых не привели к загрязнению геологической среды, а если и привели, то значимой опасности не представляют.

Отдельно следует выделить класс опасности 0, свидетельствующий о катастрофическом или близком к нему последстви деятельности объекта⁴.

Определенный класс опасности присваивается каждому объекту при оформлении его геэкологического паспорта (приложение 1).

При составлении формы геэкологического паспорта были учтены наработки в данной области природоохранных служб США и Западной Европы, однотипно оценивающих загрязнение в каждой из трех сред – подземных водах, поверхностных водах и почвах. Эти наработки были скорректированы и дополнены с учетом рассматриваемой стадии исследований, поставленных задач и собственного опыта.

9.1. Состав геэкологического паспорта

Геэкологический паспорт объекта должен включать собственно паспорт объекта по разработанной форме (прил.1) и пояснительную записку к нему с обязательными приложениями, которые являются неотъемлемой частью паспорта.

Эти приложения включают:

- экологически ориентированный план объекта паспортизации;
- гидрогеэкологический разрез (или разрезы);
- таблицу оценки вероятности загрязнения уязвимых объектов окружающей среды;
- таблицы современного состояния уязвимых объектов окружающей среды.

Формы паспорта и приложений к нему и примеры их заполнения приведены в текстовых приложениях 1-4 к настоящим рекомендациям.

9.2. Содержание пояснительной записки

В пояснительной записке в краткой форме должна быть отражено следующее:

- местоположение объекта;
- технические сведения об объекте паспортизации (см. разд.5.1);

⁴ К катастрофическим или близким к нему последствиям деятельности объекта относится появление свободных нефтепродуктов в скважинах, используемых для питьевого водоснабжения, их высачивание в поверхностные водоемы и водотоки, подвалы, колодцы, на поверхность земли.

- сведения о рельефе, растительности, уязвимых компонентах окружающей среды;
- строение зоны аэрации;
- характеристика грунтового водоносного горизонта – глубина залегания, амплитуда естественных колебаний уровня, мощность и состав водовмещающих пород, средний уклон зеркала грунтовых вод, связь и нижележащими горизонтами, фоновый состав, питание и разгрузка;
- результаты специальных исследований (виды, методы, объемы, интерпретация);
- характеристика геоэкологического состояния объекта и прилегающих территорий; выявленное и (или) потенциально возможное загрязнение геологической среды;
- заключение об экологической опасности загрязнения геологической среды с отнесением объекта к тому или иному классу;
- рекомендации по проведению дальнейших работ на объекте.

9.3. Содержание приложений к пояснительной записке и методика их составления

К пояснительной записке прилагается:

9.3.1. Экологически ориентированный план объекта и окружающей территории (см. разд. 5.3).

На плане должны быть отражены:

- наиболее опасные технологические зоны объекта (сливные эстакады, резервуары и проч.);
- выявленные и предполагаемые площади развития линз нефтепродуктов;
- выявленные и предполагаемые площади загрязнения грунтовых вод;
- загрязненные объекты окружающей среды – почвы, подвалы, поверхностные воды, водозаборы;
- другая необходимая информация (по усмотрению Исполнителя).

Пример такого плана показан на прил. 4.2.

9.3.2. Гидрогеоэкологический разрез (или разрезы).

Для небольших и средних по величине объектов (площадью до 5 га) такой разрез может быть один, ориентированный по направлению пото-

ка грунтовых вод; для крупных (5-10 га) – два (дополнительно вкрест потоку). Для очень крупных объектов площадью более 10 га таких разрезов может быть несколько.

Пример такого разреза показан на рисунке (прил.4.3).

9.3.3. Таблица результатов оценки вероятности загрязнения в ближайшее время уязвимых объектов окружающей среды: поверхностных вод, водозаборов подземных вод, почв, подземных сооружений.

Расчеты производятся по формуле (1). Оценка степени вероятности загрязнения – в соответствии с таблицей 1 и прил.3.6..

V_1 – высокая (1 балл);

V_2 – средняя (2 балла);

V_3 – низкая или отсутствует (3 балла);

Уже загрязненным объектам присваивается степень вероятности V_0 .

Для почв и подземных сооружений расчеты выполняются только в том случае, если глубина залегания уровня грунтовых вод не превышает 3-х метров от поверхности земли или пола подземного сооружения.

Пример заполнения такой таблицы в прил.4.5.

9.3.4. Таблицы современного состояния уязвимых объектов окружающей среды.

К таким объектам относятся поверхностные воды, почвы, подземные воды, точнее водозаборы подземных вод.

Как уже указывалось выше, источником загрязнения таких объектов в большинстве случаев являются грунтовые воды с растворенными и плавающими на их поверхности нефтепродуктами. Учитывая стадию изучения загрязнения геологической среды, степень загрязнения оценивается по укрупненным показателям, а его опасность – по возможному негативному воздействию на условия жизнедеятельности человека и (или) на другие компоненты среды его обитания.

В свете изложенного, современное состояние загрязнения тех или иных объектов оценивается по двум факторам:

- фактор степени загрязнения объекта;
- фактор использования объекта.

Подходы к оценке этих факторов несколько отличаются для разных видов объектов.

9.3.4.1. Поверхностные воды (индекс³"а")

Загрязнение поверхностных вод оказывает существенное влияние на водные организмы, приводя к их деградации или гибели. При использовании загрязненных вод для водоснабжения и иных хозяйственно-бытовых целей может потребоваться или их дорогостоящая очистка, или ограничение использования.

В связи с этим рекомендуется следующая классификация современного состояния поверхностных вод:

По фактору загрязнения

а) Загрязнение свободными нефтепродуктами (критическое загрязнение).

Использование таких вод невозможно практически ни для каких хозяйственных целей. Это критическая степень загрязнения.

Присваиваемый балл по фактору загрязнения – 0.

б) Загрязнение растворенными нефтепродуктами.

Для оценки степени загрязнения в этом случае рекомендуется использовать два показателя, определение некоторых не представляет, как правило, больших затруднений, нефтепродукты в целом и свинец, как наиболее распространенный в нефтепродуктах тяжелый металл⁵.

- сильное загрязнение (один балл).

Концентрация нефтепродуктов в воде превышает 0.5 мг/л (10 ПДК для рыбохозяйственных водоемов). Вода имеет отчетливый запах нефтепродуктов (≥ 4 баллов); или концентрация свинца в воде превышает 0.1 мг/л.

- умеренное загрязнение (два балла).

Концентрация нефтепродуктов в воде превышает 0.1 мг/л (2 ПДК для рыбохозяйственных водоемов или 1 ПДК для питьевых вод).

Запах от слабого до заметного (2-3 балла); или концентрация свинца в воде находится в пределах 0.03-0.1 мг/л (0.03мг/л – ПДК для питьевых вод).

³ При этом оценивая степень загрязнения не следует суммировать концентрационные коэффициенты, т.к. НП и Рв относятся согласно СанПиН к разным классам опасности. Присваивая объекту тот или иной балл следует ориентироваться на худший показатель

слабое загрязнение (3 балла).

Концентрация нефтепродуктов в воде составляет 1-2 ПДК для рыбохозяйственных водосмов (0.05-0.1 мг/л). Запах очень слабый (менее 2 баллов) или отсутствует. Содержание свинца менее 0.03 мг/л.

Такая вода в принципе пригодна для использования в любых целях, хотя, возможно, может оказывать слабое негативное влияние на ихтиофауну.

По фактору использования.

- активное использование (1 балл).

Водный объект постоянно используется населением для тех или иных целей, в том числе и для хозяйственно-бытовых нужд.

Водоток или родом имеет рыбохозяйственное значение. Доступ людей не ограничен.

К этому типу автоматически относятся все достаточно крупные естественные водные объекты.

- ограниченное использование (2 балла).

Водный объект используется только для технических нужд и доступ людей ограничен, или, наоборот, объект не используется, но доступ людей свободный.

- не используется (3 балла).

Водный объект практически не используется. Доступ людей ограничен.

Класс опасности загрязнения поверхностных вод определяется путем вычисления среднего балла по факторам загрязнения и использования с округлением до меньшей целой величины, и объекту присваивается соответствующий индекс опасности, например "а2".

При критическом загрязнении объекту присваивается "индекс "а0".

9.3.4.2. Почвы (индекс "b")

Загрязнение почв за пределами изучаемого объекта обычно связано с подъемом плавающих нефтепродуктов или загрязненных ими подземных вод к корнеобитаемым слоям в процессе естественных колебаний уровня. Загрязнение почв и корнеобитаемых слоев приводит к угнетению, а затем и к гибели растительности.

Для оценки степени загрязненности рекомендуется использовать принятую в Голландии градацию [3], присваивая каждой степени определенный балл:

- сильное загрязнение (один балл).

Концентрация нефтепродуктов в почве превышает 5 г/кг. Для рекультивации требуется принятие специальных мер, таких, как замена почвенного слоя, складирование загрязненных почв и их последующая очистка, например, микробиологическими методами.

- умеренное загрязнение (два балла)

Концентрация нефтепродуктов в почве составляет 1-5 г/кг. Для рекультивации земель достаточно исключить повторное загрязнение и принять некоторые вспомогательные меры, такие как регулярная вспашка, внесение специальных бактериальных культур и удобрений.

- слабое загрязнение (три балла).

Концентрация НП в почве не превышает 1 г/кг. С таким загрязнением почва может "справиться" самостоятельно, если, естественно, не будет происходить ее повторного загрязнения.

Отдельно следует выделить критическую степень загрязнения (ноль баллов). Сюда мы относим случай, когда нефтепродукты в почвенном слое фиксируются визуально.

При оценке экологической опасности загрязнения почв следует учитывать также фактор использования, присваивая загрязненной почве от одного до трех баллов в зависимости от степени использования почв.

- активное использование (один балл).

Почвы находятся в сельхозобороте, рекреационных или селитебных зонах, лесных массивах, заповедных зонах и т.д.

- ограниченное использование (два балла).

Почвы не используются, но пригодны для использования.

- не используется (три балла).

Почвы не используются и в обозримом будущем их использование не предполагается.

Класс опасности загрязнения почв оценивается путем вычисления среднего балла по факторам загрязнения и использования с округлением

до меньшей целой величины и объекту присваивается определенный индекс опасности, например, "b₂".

При этом следует учитывать следующие обстоятельства.

Если почва загрязнена до критической величины (0 баллов), то она представляет прямую угрозу другим компонентам природной среды (атмосфере, природным водам). Поэтому независимо от фактора использования требуется принятие срочных реабилитационных мер.

В этом случае индекс опасности определяется как "b₀".

Если фактор использования почв определен в три балла, то при любой степени загрязнения кроме критической прямой экологической угрозы другим объектам окружающей среды они не представляют.

В этом случае индекс опасности определяется как "b₃".

Пример заполнения таблицы загрязнения почв в приложении 4.6.3.
9.3.4.3. Подземные сооружения (индекс "с")

Как отмечалось выше, основным источником загрязнения подземных сооружений (подвалов, погребов и т.д.) за пределами изучаемого объекта являются грунтовые воды с плавающими на них нефтепродуктами. При этом опасность они представляют только для людей, использующих эти сооружения. Поэтому степень экологической опасности их загрязнения определяется исходя из этого, в основном по степени загрязнения атмосферного воздуха в этих сооружениях. При этом принцип определения класса опасности аналогичен примененному для почв.

Фактор загрязнения

- критическое загрязнение (ноль баллов).

Наблюдается высачивание свободных нефтепродуктов, или концентрация углеводородов в воздухе приближается к взрывоопасной (0.5-1%).

- сильное загрязнение (один балл).

Концентрация углеводородов в воздухе превышает 6 мг/м³ (максимальная разовая ПДК для бензина согласно СанПиН 2.1.6.575-96). Отмечается сильный запах нефтепродуктов в воздухе сооружения (>4баллов).

- среднее загрязнение (два балла).

Всеми наблюдателями отмечается отчетливый запах нефтепродуктов, концентрация которых в воздухе помещения составляет 2-6 мг/м³, т.е. превышает среднесуточную ПДК согласно СанПиН 2.1.6.575-96.

- слабое загрязнение (три балла).

Фиксируется слабый, отмечаемый не всеми наблюдателями, запах нефтепродуктов, концентрация которых не превышает 2 мг/м³, т.е. меньше среднесуточной ПДК согласно СанПиН 2.1.6.575-96.

По фактору использования

- активное использование (1 балл).

Подземные сооружения постоянно используются как рабочие, складские и др. Доступ людей не ограничен.

- ограниченное использование (2 балла).

В подвальных помещениях находятся различные коммуникации, задвижки и подобное оборудование. Доступ людей ограничен обслуживающим персоналом.

- не используются (3 балла).

Подземные помещения не используются ни для каких целей. Доступ людей к ним нет.

Класс опасности оценивается по среднему баллу по обоим факторам. Например: фактор загрязнения – 3 балла, фактор использования – 1 балл, среднее – 2 балла.

Индекс опасности – "с₂".

9.3.4.4. Водозаборы подземных вод (индекс "d")

Загрязнение водоисточников, captирующих подземные воды скважин, колодцев, родников, является одним из наиболее опасных. Поэтому в таблицах должно быть зафиксировано состояние всех из них, которые находятся в пределах возможного воздействия нефтепродуктового загрязнения геологической среды.

По фактору загрязнения.

- критическое загрязнение (ноль баллов).

На поверхности воды визуально отмечается наличие свободных нефтепродуктов, хотя бы в виде пленок.

- сильное загрязнение (1 балл).

Концентрация нефтепродуктов в воде более 0.3 мг/л (3 ПДК). Имеет место отчетливый запах нефтепродуктов, препятствующий использованию воды в любых целях (≥ 4 балла).

- умеренное загрязнение (два балла).

Содержание нефтепродуктов от 0.1 до 0.3 мг/л (1-3 ПДК). Отмечается заметный или слабый запах нефтепродуктов (2-3 балла). Содержание свинца менее 0.03. Вода не пригодна для питья, но может использоваться для других хозяйственных целей: для технических нужд, полива и т.д.

- слабое загрязнение (три балла).

Содержание нефтепродуктов в воде составляет 0.05-0.1 мг/л (0.5 – 1 ПДК). Содержание Pb в пределах ПДК.

Вода может использоваться в любых целях, но загрязнение уже достигло водоисточника и может со временем прогрессировать.

Дополнительно в таблицу рекомендуется включать сведения о содержании в воде Fe и NH_4 , как косвенных показателей приближающегося фронта загрязнения (см. разд. 3.5.6).

По фактору использования

- активное использование (один балл).

Вода водоисточника постоянно используется населением в различных целях, включая хозяйственно-питьевое водоснабжение.

- ограниченное использование (два балла).

Вода используется только для технических нужд, или практически не используется, но доступ людей свободный.

- не используется (три балла).

Класс опасности оценивается по среднему баллу, по обоим факторам с округлением до меньшей целой величины, а объекту присваивается соответствующий индекс класса опасности, например, "d₁".

Пример заполнения соответствующей таблицы дан в приложениях 4.6.5 и 4.6.6.

9.4. Определение класса опасности объекта

Класс геозкологической опасности объекта определяется комплексом технологических и природных показателей, наличием уязвимых компонентов окружающей среды, степенью их загрязнения и использо-

вания. Поэтому геоэкологический паспорт объекта должен содержать соответствующую информацию.

9.4.1. Индекс современного состояния загрязнения уязвимых компонентов (объектов) окружающей среды

В виде условного знака указывается вид уязвимого загрязнения объекта в баллах (по сумме факторов загрязнения и использования), например: a_2 , b_3 , c_2 , d_3 .

То есть поверхностные воды (а) и подземные сооружения (с) испытывают умеренное загрязнение (два балла), а почвы и водоисточники загрязнены слабо (3 балла) или не загрязнены.

9.4.2. Вероятные масштабы загрязнения геологической среды

Вероятный объем нефтепродуктов, просочившихся под поверхность и загрязняющих геологическую среду в основном зависит от объема годового оборота НП на объекте и времени его функционирования. В связи с этим объекту присваивается соответствующий индекс, определяющий его тип согласно табл. 1, например A_{II} , B_I .

9.4.3. Вероятность загрязнения уязвимых объектов окружающей среды в ближайшее время

Указывается в виде условного знака наименьший индекс вероятности загрязнения по расчетным данным (прил.3.6; 4.5).

В скобках указывается глубина залегания уровня грунтовых вод, определяющую саму возможность загрязнения почв и подземных сооружений.

Например B_I (Γ_{II}).

9.4.4. Определение класса опасности объекта

Класс опасности объекта определяется путем вычисления среднего балла по показателям, перечисленным в п.п. 9.4.1-9.4.3, а также по состоянию загрязнения грунтовых вод. При этом поступают следующим образом.

9.4.4.1. По индексу современного состояния объекту присваивается минимальный балл из перечисленных для различных загрязненных объектов. В нашем примере – 2 балла (текст. прил. 4.6).

9.4.4.2. По вероятному масштабу загрязнения:

- объекты типов (A_I , B_I); (A_I , B_{II}); (A_{II} , B_I) – один балл;

- объекты типов (А_{II}, Б_{II}); (А_I, Б_{III}); (А_{III}, Б_I) - два балла;
- остальные - три балла.

9.4.4.3. По индексу вероятности загрязнения:

- В_I - один балл;
- В_{II} - два балла;
- В_{III} - два балла.

Объектам, уже загрязненным до уровня критического или сильного загрязнения присваивается степень вероятности В₀.

9.4.4.4. По степени загрязнения грунтовых вод:

Поскольку наиболее опасным видом загрязнения являются свободные нефтепродукты (линза), плавающие на поверхности грунтовых вод, балл опасности зависит от ориентированных размеров их подповерхностного скопления:

- более 20 000 м³ - ноль баллов;
- 10 000 - 20 000 м³ - один балл;
- 2 000 - 10 000 м³ - два балла;
- менее 2 000 м³ - три балла.

9.4.5. Вычисление среднего балла.

Средний балл опасности объекта определяется путем сложения полученных баллов. При этом из п.п. 9.4.4.1 и 9.4.4.3 выбирается один наименьший.

Полученная сумма делится на три и округляется до меньшего целого.

Если определена критическая степень загрязнения по п. 9.4.4.1, то объекту присваивается класс опасности ноль (0).

Образец заполнения геоэкологического паспорта дан в приложении 4.1.

10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЕДЕНИЮ ДАЛЬНЕЙШИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

Очевидно, что для объектов, которым присвоены классы 0, 1 и 2 по любой из сред, данные геоэкологического паспорта нельзя считать окончательными, и они должны быть дополнены информацией о точных контурах (как в плане, так и по глубине геологического разреза) и степени загрязнения.

Оконтуривание площади загрязнения и оценка его масштабов, включая определения объема плавающих линз нефтепродуктов, скорости продвижения фронта загрязнения и ряда других параметров, необходимых для прогнозирования изменений геоэкологической ситуации, производится специальным комплексом работ, объем которых определяется, исходя из результатов работ, полученных на предыдущей стадии.

Проведение подобных работ на объектах 3 класса опасности обязательно, однако рекомендации по этому вопросу даются "Исполнителем" в каждом конкретном случае.

По объектам 0 и 1 классов опасности требуется незамедлительная организация работ с целью составления конкретных программ ликвидации или предотвращения дальнейшего загрязнения и защиты окружающей природной среды.

В этих случаях требуется более широкий комплекс работ в обязательном порядке включающий бурение скважин, опробование подземных, поверхностных вод, почв и грунтов из зоны аэрации, постановку режимных наблюдений. Возможно применение и ряда специальных методов исследований (геофизических, атмо-геохимических, моделирования и др.). Комплекс работ в каждом случае обосновывается в "Программе геоэкологической разведки", составляемой для таких объектов по результатам проведенной напортизации.

Опыт составления подобных программ позволяет рекомендовать следующие методы исследований и виды работ:

- атмогазогеохимические исследования почвы (данный метод позволяет оперативно обнаружить ореолы загрязнения грунтов без проведения большого объема аналитических определений и на основе этих работ возможно планировать заложение режимно-картировочных скважин);
- бурение режимно-картировочных скважин по профилям с целью оконтуривания подпочвенных скоплений нефтепродуктов;
- бурение специальных параметрических скважин для исследования характера и степени загрязнения грунтов;
- изучение физических свойств горных пород, подверженных нефтяному загрязнению, в лабораторных условиях;

- проведение гидрогеохимического опробования подземных и поверхностных вод с целью оценки масштабов загрязнения;
- постановка и проведение режимных наблюдений за состоянием подземных вод и плавающих линз нефтепродуктов;
- построение специальных карт, характеризующих геоэкологическую обстановку на объекте;
- проведение специальных опытных работ по извлечению нефтепродуктов для предварительной ликвидации загрязнения;
- моделирование гидрогеологической обстановки для определения схемы и составления проекта ликвидации нефтяного загрязнения.

Методика исследований на этом этапе требует разработки специальных рекомендаций, аналогичных представленным в данной работе для этапа геоэкологической паспортизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боровский Б.В., Боровский Л.В., Мироненко В.А. Стратегия охраны объектов от загрязнения подземных вод нефтепродуктами. Тр. международного конгресса "Вода: экология и технология..." М, 1996.
2. Восстановление нефтезагрязненных почвенных систем. Сборник, М, Наука, 1988 .
3. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М, Недра, 1984, 262 с.
4. Гольдберг В.М., Лукьянчиков В.М., Мелькановицкая С.Г. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. М, ВСЕГИНГЕО, 1990, 76 с.
5. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
6. ГОСТ 17.4.2.01-81 "Охрана окружающей среды. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния".
7. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
8. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод.
9. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
10. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Справочник под ред. Исаева А.К. С-П. Изд-во "Крисмас", 1998, 851 с.
11. Международные стандарты. ИСО 5667-1;2;4;6;11.
12. Мироненко В.А. О требованиях и подходах к реабилитации подземных вод на загрязненных территориях. В кн. Теория и методика полеских гидрогеологических исследований. С-П, 1995.
13. Мироненко В.А., Петров Н.С. Загрязнение подземных вод углеводородами. Геоэкология № 1, 1995, с. 3-27.
14. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) для воды рыбохозяйственных водоемов № 12-04-11 от 09.06.1990. Дополнения к обобщенному перечню № 12-04-11:
 - 1) Дополнительный перечень № 34-140-274 от 20.04.92 г.
 - 2) Дополнительный перечень № 1 от 28.12.90 г.
 - 3) Дополнительный перечень № 2 от 21.06.91 г.

- 4) Дополнительный перечень № 4 от 25.06.92 г.
 - 5) Дополнительный перечень № 5 от 30.12.92 г.
 - 6) Дополнительный список № 1 от 07.09.93 г.
 - 7) Дополнительный список № 2 от 21.04.94 г.
 - 8) Дополнительный список №3 от 31.01.95 г.
 - 9) Дополнительный список № 4 от 31.05.95 г.
15. Петров А.А. Углеводороды нефти. М, Недра, 1984, 263 с.
 16. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М, МГУ, 1993, 207 с.
 17. Правила технической эксплуатации нефтебаз. М, Недра, 1984.
 18. Правила технической эксплуатации стационарных, контейнерных и передвижных АЗС. М, Недра, 1988.
 19. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения, утвержденные Госкомприроды СССР 21.02.91).
 20. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнения №№ 6, 7 к перечню ПДК № 3086-84 от 27.08.84 г. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.574-96, ГН 22.1.6.5656-96. М, Минздрав РФ, 1997.
 21. Руководящий документ. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных нефтью. РД 39-0147103-365-86. М, Миннефтепром СССР, 1987.
 22. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. СанПиН 42-128-4433-87.
 23. Совершенствование системы нефтепродуктообеспечения. Киев. Техника, 1991.
 24. Mercer J.W. and Cohen R.M., 1990. A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization, and remediation. J.Contam. Hydrol., 6:107-163.

Приложение 1

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель КПР

М.П.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ОБЪЕКТА

Наименование объекта: _____

Местоположение: _____

Владелец: _____

Ответственное лицо (должность, ФИО, телефон) _____

Дата составления: _____

Организация, проводившая обследование _____

Адрес организации _____

Ответственный исполнитель (должность, ФИО, телефон) _____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Краткая характеристика объекта (тип участка, основные загрязнители, срок эксплуатации и т.п.) _____

Краткая характеристика гидрогеоэкологических условий _____

Краткое описание загрязнения (зона аэрации, грунтовые воды, наличие линзы, пути миграции и т.д.) _____

Краткое описание использования природных ресурсов вблизи объекта (подземных вод, поверхностных вод, почве) _____

Характеристика геоэкологической опасности (в скобках количество баллов):

- 1) Индекс современного состояния –
- 2) Вероятные масштабы загрязнения –
- 3) Вероятность загрязнения уязвимых объектов –
- 4) Степень загрязнения грунтовых вод –

Класс опасности объекта :

**Технические сведения
об объекте паспортизации**

Форма заполнения – свободная

Перечень необходимых сведений дан в разделе 5
"Рекомендаций..."

**ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
УЯЗВИМЫХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ**

А. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ
(объект – водоем)

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющее вещество	ПДК для рыбохозяйственных водоемов, мг/л	Фактическая концентрация, С, мг/л	Коэффициент $K = \frac{C}{ПДК}$
Нефтепродукты			
Свинец			

Проставить "X" в нужной строке

Сильное ($K > 10$) - 1 балл
Умеренное ($10 > K > 2$) - 2 балла
Слабое ($K \leq 2$) - 3 балла

Краткое заключение:

ФАКТОР
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(проставить "X"
в нужной строке)

Активное - 1 балл
Ограниченное - 2 балла
Практически
не используется - 3 балла

Краткое заключение:

Индекс опасности: а -

Приложение 3.2

А. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ (объект – водотоки)

ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ	Створ	Содержание, С мг/л		Козфф $K = \frac{C}{ПДК}$		Примечание
		Нефтепродукт	Свинец	Н.п.	РЬ	
	Верхний					Проставить "X" в нужной строке ¹ Сильное ($\Delta K > 10$) - 1 балл Умеренное ($10 > \Delta K > 2$) - 2 балла Слабое ($\Delta K < 2$) - 3 балла
	Средний					
	Нижний					
	ПДК для рыбохозяйственных водоемов					

Краткое заключение:

ФАКТОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: (проставить "X" в нужной строке)	Активное	- 1 балл
	Ограниченное	- 2 балла
	Практически не используется	- 3 балла

Краткое заключение:

Индекс опасности: а –

¹ ΔK – разность между коэффициентами К для среднего и верхнего створов. Нижний створ - контрольный

В. П О Ч В Ы

Объект:

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющее вещество	Концентрация в почвенном слое, г/кг

Проставить "X" в нужной
строке

Сильное (>5 г/кг) - 1 балл
Умеренное (1-5 г/кг) - 2 балла
Слабое (< 1 г/кг) - 3 балла

Краткое заключение:

ФАКТОР
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(проставить "X"
в нужной строке)

Активное - 1 балл
Ограниченное - 2 балла
Практически
не используется - 3 балла

Краткое заключение:

Индекс опасности: в -

С. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Наименование объекта	Содержание н.п. в воздухе, (мг/м ³)	Запах в баллах	Проставить "X" в нужной строке
			Сильное (С>6 мг/м ³ , запах>4б) - 1 балл Умеренное (С=2-6 мг/м ³ , запах – 2-4б) - 2 балла Слабое (С <2 мг/м ³ , запах ≤ 2б) - 3 балла

Краткое заключение:

ФАКТОР
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(проставить "X"
в нужной строке)

Активное	- 1 балл
Ограниченное	- 2 балла
Практически не используется	- 3 балла

Краткое заключение:

Индекс опасности: с -

Приложение 3.5.

Д. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
(объект – скважина, колодец, родник)

Местоположение:

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющий компонент	Концентрация С, мг/л	ПДК	Коэффициент $K = \frac{C}{ПДК}$
Нефтепродукты			
Свинец Pb			
Железо Fe ²⁺			
Аммоний - NH ₄			

Проставить "X" в нужной строке

Сильное (K>3) - 1 балл
Умеренное (1<K<3) - 2 балла
Слабое (K<0.5<1) - 3 балла

Краткое заключение:

ФАКТОР
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(проставить "X"
в нужной строке)

Активное - 1 балл
Ограниченное - 2 балла
Практически
не используется - 3 балла

Краткое заключение:

Индекс опасности: d -

Приложение 3.6

РАСЧЕТ
вероятности загрязнения уязвимых объектов окружающей среды
(срок функционирования объекта T = лет)

№№ п/п	Наименование уязвимого компонента окружающей среды	Расстояние от объекта-загрязни- теля, L ₀ , м	Средний уклон зеркал грунто- вых вод, i	Средний коэф. ф-ции, Кф, м/сут	Ориентир. ак- тивная порис- тость, h	$\frac{L_0^{11}}{L}$	Индекс вероят- ности загрязне- ния по табл 2

Примечание: величина L рассчитывается по формуле (1):

$$L = \frac{d \cdot i \cdot K_f \cdot T}{n}$$
 где

- d= 2 вниз по потоку
- d=1 вкрест потоку
- d=0.5 вверх по потоку

**ПРИМЕРЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ПАСПОРТА И ПРИЛОЖЕНИЙ К НЕМУ**

УТВЕРЖДАЮ
Председатель КПП

Приложение 4.1 лист 1

"25" апреля 2002 г.
м.п.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ОБЪЕКТА ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ

Наименование объекта: **Склад ГСМ**
Местоположение: **ЮВ окраина ПГТ "N"**
Владелец: **ОАО "XXX"**
Ответственное лицо (должность, ФИО,
телефон): **гл.инженер Иванов П.С., XX-XX-XX**

Дата составления : **01 мая 2001 г.**
Организация, проводившая обследование: **N-ская
гидрогеологическая экспедиция**
Адрес организации: **г. "N", ул. Южная, 6**
Ответственный исполнитель: **гл.гидрогеолог
Петров С.И., XX-XX-XX**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Краткая характеристика объекта: Склад ГСМ расположен в 1 км от ЮВ окраины пгт. "N" на площади 4 га. Имеются 5 резервуаров емкостью по 10 тыс.м³, расположенных на поверхности и погрузочно-разгрузочная эстакада. Нефтепродукты, бензин и ДТ, поступают по железной дороге, опускаются в автоцистерны. Годовой оборот – 100 тыс.т. Склад функционирует 40 лет.

Краткая характеристика гидрогеоэкологических условий: Склад ГСМ расположен на плоской поверхности второй надпойменной террасы р.Сурожка в полтора км от нее. Зона аэрации сложена аллювиальными отложениями, представленными смешанным переслаиванием тонко- и мелкозернистых песков, супесей и суглинков. Грунтовоый водоносный горизонт приурочен к среднезернистым пескам, залегает на глубине от 9 м в районе склада до 2 м в пойме реки и понижениях рельефа. Средний уклон грунтового потока – 0.002; средний коэффициент фильтрации водоёмещающих песков – 15 м/сут; активная пористость – 0.15. Поток направлен от объекта на СЗ, к реке. Защищенность водоносного горизонта от поверхностного загрязнения слабая. Вследствие высоких коллекторских свойств миграция загрязнений с грунтовыми водами происходит достаточно быстро и беспрепятственно.

Приложение 4.1, лист 2

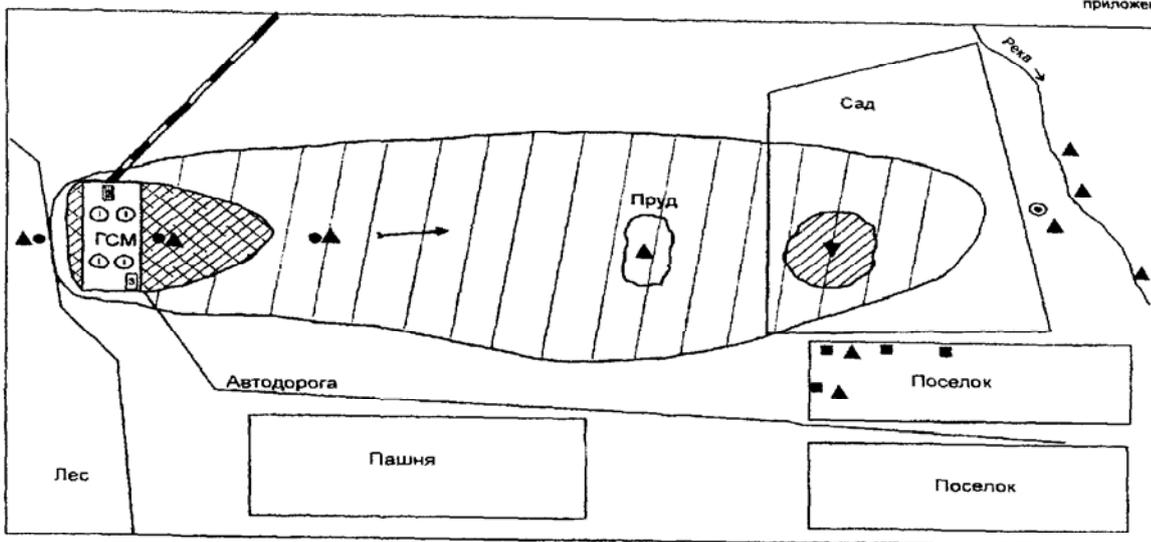
Краткое описание загрязнения: Зона аэрации на площади объекта и за ее пределами на расстоянии до 50 м сильно загрязнена нефтепродуктами не всю мощность. Ниже по потоку – в зоне колебаний уровня на расстоянии до 1 км. На поверхности грунтовых вод образовалась линза плавающих нефтепродуктов толщиной до 1.3 м в ядре и площадью до 20 га. В пределах линзы в понижениях рельефа происходит загрязнение почвы. Грунтовые воды существенно загрязнены растворенными нефтепродуктами. Фронт загрязнения находится в настоящее время в 1200 м от склада.

Краткое описание использования природных ресурсов вблизи объекта: Между поселками и складом расположены пахотные земли ЗАО "Колос". В поселке местное население использует грунтовые воды для полива огородов и хозяйственно-технических целей. На окраине поселка в подвальном помещении расположен тепловой пункт. В 300 м от склада имеется пруд, используемый как отстойник ливневых стоков. На окраине поселка – эксплуатационная скважина на второй от поверхности водоносный горизонт. Вода используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка и склада.

Характеристика геэкологической опасности (в скобках количество баллов):

- 1) Индекс современного состояния – $a_1; v_1; c_2; d_1$ (1 балл)
- 2) Вероятные масштабы загрязнения – A_{II}, B_{II} (2 балла)
- 3) Вероятность загрязнения уязвимых объектов – $B_{II} (Г_1)$ - 2 балла
- 4) Степень загрязнения грунтовых вод – 2 балла

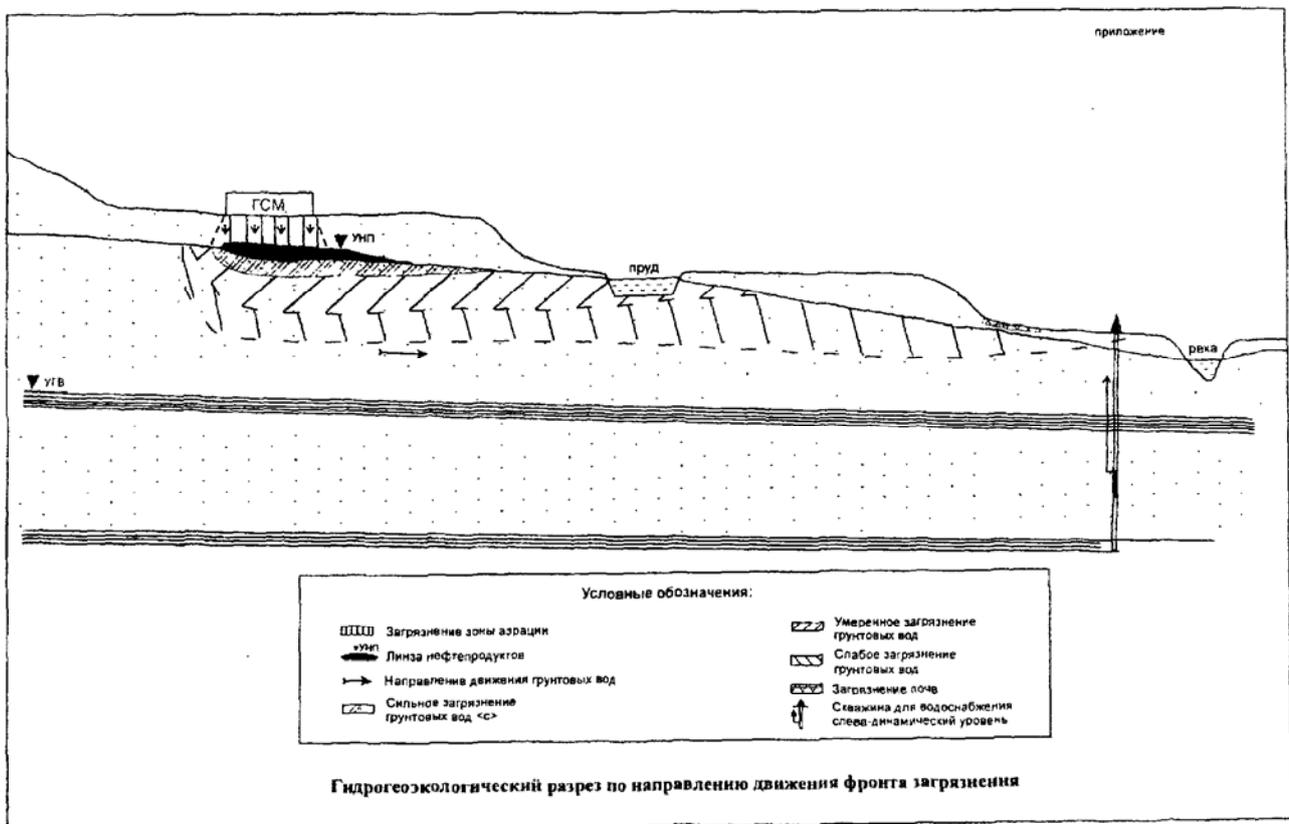
Класс опасности объекта : первый



Условные обозначения:

	Область загрязнения геологической среды		Пункт химического анализа почв
	Линза нефтепродуктов		Направление движения грунтовых вод
	Эксплуатационная скважина		Резервуар
	Разведочная скважина		Прием нефтепродуктов
	Колодец		Отпуск нефтепродуктов
	Пункт гидрохимического опробования		

Карта участка загрязнения



Технические сведения об объекте паспортизации

1. Объект: Склад ГСМ N-ского комбината.
2. Год ввода в эксплуатацию: 1960
3. Годовой оборот – 100 тыс.т
в том числе:
 - бензин – 60 000 т
 - ДТ – 30 000 т
 - мазут – 10 000 т
4. Объем хранения: 50 тыс.т, в т.ч.:
 - бензин – 20 000 т
 - ДТ – 20 000 т
 - мазут – 10 000 т
5. Резервуары типа..... наземные, объемом 10 тыс.т – 5 шт. установлены в 1960 г. В 1980 г. – капитальный ремонт № 1, 3 и 4; в 1984 г. – капитальный ремонт 2 и 5.
6. Прием нефтепродуктов осуществляется из ж/д цистерн на сливной эстакаде. Перекачиваются непосредственно в резервуары по трубопроводам. Отпуск нефтепродуктов осуществляется в автоцистерны на специально оборудованной площадке.
7. В 1979 г. в результате потери герметичности произошла утечка из резервуара №3 в количестве 5 тыс.т дизельного топлива.
8. Имеется ливневая канализация. Других природоохранных мероприятий не проводилось.

РАСЧЕТ
вероятности загрязнения уязвимых объектов окружающей среды
(срок функционирования объекта T = 10⁴ лет)

№№ п/п	Наименование уязвимого компонента	Расстояние от объекта-загрязнителя, L ₀ , м	Средний уклон зеркала грунтовых вод, i	Средний коэф. ф-ции, Кф, м/сут	Ориентир. активная пористость, n	$\frac{L_0}{L}$	Индекс вероятности загрязнения
1	Пруд	300	0.002	15	0.15	0.2	V _I
2	Скважина для водоснабжения поселка	1200	"-	"-	"-	0.8	V _{II}
3	Посепок (подвалы, колодцы)	1800	"-	"-	"-	1.2	V _{III}
4	Фруктовый сад	1400	-	-	-	0.93	V _{IV} , т.к. уровень ГВ на глубине 8 м

Примечание: величина "L" рассчитывается по формуле (1):

$$L = \frac{\alpha \cdot i \cdot Kф \cdot T}{n}, \quad \text{где}$$

α = 2 вниз по потоку
α = 1 вкост потока
α = 0.5 вверх по потоку

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ
СОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УЯЗВИМЫХ
ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Приложение 4.6.1

А. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ объект – пруд

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющее вещество	ПДК для рыбохозяйственных водоемов, мг/л	Фактическая концентрация, С, мг/л	Коэффициент $K = \frac{C}{ПДК}$
Нефтепродукты	0.05	1.8	36
Свинец	0.03	0.04	1.3

Поставить "X" в нужной строке

Сильное ($K > 10$) - 1 балл "X"
Умеренное ($10 > K > 2$) - 2 балла
Слабое ($K < 2$) - 3 балла

Краткое заключение:

Пруд сильно загрязнен. Вода для использования не пригодна.

ФАКТОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(поставить "X" в нужной строке)

Активное	- 1 балл
Ограниченное	- 2 балла
Практически не используется	- 3 "X"

Краткое заключение:

Пруд не используется, доступ людей ограничен, но он может служить источником загрязнения других объектов.

Индекс опасности: a_2

А. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ объект – река Сурожка

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Створ	Содержание, С мг/л		Козфф. $K = \frac{C}{ПДК}$		Примечание
	Нефтепродукт	Свинец	Н.л.	Рь	
Верхний	0.2	-	4		Загрязнение от исследуемого объекта отсутствует
Средний	0.2	-	4		
Нижний	0.2	-	4		
ПДК для рыбохозяйственных водоемов	0.05				$\Delta K=0$

Проставить "X" в нужной строке

Сильное ($\Delta K > 10$) - 1 балл
Умеренное ($10 > \Delta K > 2$) - 2 балла
Слабое ($\Delta K < 2$) - 3 балла "X"**Краткое заключение:**

Река загрязнена нефтепродуктами интенсивностью 2 балла, но исследуемый объект не является источником загрязнения.

ФАКТОР	Активное	- 1 "X"
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:	Ограниченное	- 2 балла
(проставить "X"	Практически	
в нужной строке)	не используется	- 3 балла

Краткое заключение:

Река широко используется населением, доступ людей свободен.

Индекс опасности объекта по отношению к реке: a_2

Приложение 4.6.3

Б. П О Ч В Ы

Плодовый сад ЗАО "Колос" площадью 0.4 га

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющее вещество	Концентрация в почвенном слое, г/кг
Нефтепродукты	2.2

Проставить "X" в нужной строке

Сильное (>5 г/кг) -1
Умеренное (1-5 г/кг) -2 "X"

Слабое (<1 г/кг) -3

Краткое заключение:

Почва загрязнена на площади 0.4 га в пониженной части рельефа

ФАКТОР
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:
(проставить "X"
в нужной строке)

Активное - 1 "X"
Ограниченное - 2
Практически
не используется - 3

Краткое заключение:

Почвы используются для выращивания сельскохозяйственной культур

Индекс опасности: V_1

С. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ	Наименование объекта	Содержание н.п. в воздухе, (мг/м ³)	Запах в баллах	Проставить "X" в нужной строке Сильное (>6 мг/м ³) - 1 балл Умеренное (2-6 мг/м ³) - 2 "X" Слабое (<2 мг/м ³) - 3
	Тепловой пункт в подвале дома № 6 по ул. Кузнечной	3	3	

Краткое заключение:

Воздух в помещении умеренно загрязнен. При выходе из строя вытяжной вентиляции возможно накопление НП в воздухе в опасных для людей концентрациях.

ФАКТОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: (проставить "X" в нужной строке)	Активное	- 1
	Ограниченное	- 2 "X"
	Практически не используется	- 3

Краткое заключение:

Доступ людей ограничен обслуживающим персоналом.

Индекс опасности: C_2

Д. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
объект – скважина 1221-Э
Местоположение: ЮЗ окраина пгт. "N"

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющий компонент	Концентрация C_1 , мг/л	ПДК	Коэффициент $K = \frac{C}{ПДК}$
Нефтепродукты	0,1	0,1	1,0
Свинец Pb	0,02	0,03	0,67
Железо Fe ⁺⁺	1,4	0,3	-
Аммоний - NH ₄	0,8		
Запах (баллов)	1	2	-

Проставить "X" в нужной строке

Сильное ($K > 3$) -1 балл
 Умеренное ($1 < K < 3$) -2 балла
 Слабое ($0,5 < K < 1$) -3 "X"

Краткое заключение:

8

Вода в скважине практически не загрязнена, но фронт загрязнения приближается, о чем свидетельствуют высокие концентрации Fe⁺⁺ и NH₄

ФАКТОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: Активное - 1 балл "X"
 (проставить "X" в нужной строке) Ограниченное - 2 балла
 Практически не используется - 3 балла

Краткое заключение:

Вода используется для водоснабжения поселка.

Индекс опасности: d_2

Приложение 4 6.6

Д. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
объект – колодец в доме 4 по ул. Сельской

ФАКТОР
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязняющий компонент	Концентрация C_1 , мг/л	ПДК	Коэффициент $K = \frac{C}{ПДК}$
Нефтепродукты	0,4	0,1	4
Свинец Pb	0,04	0,03	1,3
Железо Fe**	1,9	0,3	-
Аммоний - NH ₄	1,2	-	-
Запах (баллов)	4	2	-

Проставить "X" в нужной строке

Сильное ($K > 3$) – 1 балл - "X"
Умеренное ($1 < K < 3$) – 2 балла
Слабое ($K < 1$) – 3 балла

Краткое заключение:

Вода сильно загрязнена нефтепродуктами, для питья не пригодна.

ФАКТОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: Активное - -1 балл
Ограниченное - 2 балла "X"
(проставить "X" Практически
в нужной строке) не используется - 3 балла

Краткое заключение:

Вода используется для полива огорода, доступ людей свободен.

Индекс опасности: d_1

АОЗТ «ГИДЭК»

Адрес: 105203, Россия, Москва,
ул. 15-Парковая, 10А

Тел.: (095) 965-9861

Факс: (095) 965-9862

E-mail: info@hydec.ru

Internet: www.hydec.ru