



Открытое акционерное общество  
**«ВАРЬЕГАННЕФТЕГАЗ»**  
(ОАО «Варьеганнефтегаз»)

2 мкр., д. 21, г. Радужный, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, РФ, 628464  
Факс (34668) 4-27-70, E-mail: odo-vng@tnk-bp.com  
ОКПО 05794051, ОГРН 1028601465067, ИНН/КПП 8609000160/997150001

От 12.03.2013 г. №33-3-06-ВНГ/0028

Генеральному директору  
ЗАО «БИОН»  
И.В. Борисову

Уважаемый Игорь Вячеславович!

ОАО «Варьеганнефтегаз» с июня по сентябрь 2013 года включительно планирует проведение опытно-промышленных испытаний (ОПИ) биопрепаратов-деструкторов нефти.

В случае заинтересованности в участии в этих ОПИ, просим Вас направить в наш адрес партию биопрепарата на безвозмездной основе, в количестве 10 кг (в сухом виде). А также по возможности обеспечение авторского надзора за правильностью расчёта доз и внесения биопрепарата, минеральных удобрений в почву пробной площадки, загрязнённой нефтью на месте (Нижневартовский район, в окрестностях г. Радужный).

Дополнительно, просим Вас предоставить необходимую техническую документацию к данной партии биопрепарата, включая документы, подтверждающие лабораторные исследования партии и инструкцию по использованию препарата с обязательным указанием условий хранения.

Письменный ответ о возможности участия в ОПИ представителя Вашей организации для обеспечения авторского надзора и готовности поставить опытную партию биопрепарата прошу направить на электронный адрес: LZFedorenko@tnk-bp.com

Также по вопросам технического характера можете обращаться по телефонам: (3466) 670077 (1440), 89292046174 Носков Евгений Викторович.

С уважением,

Заместитель генерального директора-  
Директор управления по ОТ, ПБ, ООС, ГО и ЧС

Л.З.Федоренко  
8(3466)670077 (1486)

Е.Н. Фоменко



Открытое акционерное общество  
**«ВАРЬЕГАННЕФТЕГАЗ»**  
(ОАО «Варьеганнефтегаз»)

2 мкр., д. 21, г. Радужный, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, РФ, 628464  
Факс (34668) 4-27-70, E-mail: odo-vng@tnk-bp.com  
ОКПО 05794051, ОГРН 1028601465067, ИНН/КПП 8609000160/997150001

От 11.04.2013 г. №33-3-06-ВНГ/0042

Генеральному директору  
ЗАО «БИОН»  
И.В. Борисову

Уважаемый Игорь Вячеславович!

ОАО «Варьеганнефтегаз» благодарит Вас за согласие в участии проведения опытно-промышленных испытаний (ОПИ) биопрепаратов и биодеструкторов.

Просим Вас, направить в наш адрес согласованную партию биопрепарата в срок до 15.05.2013 года по адресу:

РФ, Тюменская область, ХМАО-Югра, 628600, г. Нижневартовск ул. Индустриальная, 67.

Дополнительно, просим Вас предоставить необходимую техническую документацию к данной партии биопрепарата, включая документы, подтверждающие лабораторные исследования партии и инструкцию по использованию препарата с обязательным указанием условий хранения.

Ориентировочную дату прибытия для авторского сопровождения сообщим дополнительно.

Также по вопросам технического характера можете обращаться по телефонам: (3466) 670077 (1440), 89292046174 Носков Евгений Викторович.

С уважением,

Заместитель генерального директора-  
Директор управления по ОТ, ПБ, ООС, ГО и ЧС

Е.Н.Фоменко

Л.З.Федоренко  
8(3466)670077 (1486)



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НЕФТИНАЯ КОМПАНИЯ «РОСНЕФТЬ»  
(ОАО «НК «Роснефть»)**

Генеральным директорам  
дочерних нефтегазодобывающих  
Обществ (по списку)

Почтовый адрес: Софийская наб., д. 26/1, г. Москва, 117997  
Юридический адрес: Софийская наб., д. 26/1, г. Москва, 115035  
Тел.: (499) 517-88-99, факс: (499) 517-72-35  
e-mail: postman@rosneft.ru, http://www.rosneft.ru  
ОКПО 00044428, ОГРН 1027700043502, ИНН /КПП 7706107510/997150001

от 04.12.2013 № 76-10-1254

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

*О результатах ОПИ биопрепаратов –  
деструкторов нефти в ЦДО ВНГ в 2013 году*

Уважаемые руководители!

Информирую Вас о завершившихся в ЦДО «Варьёганнефтегаз» при координации и методическом руководстве Компании опытно-промышленных испытаниях семи биопрепаратов-деструкторов нефти, предназначенных для рекультивации нефтезагрязнённых земель.

Направляю Вам Итоговый отчёт Исполнителя – ФГБОУ ВПО «Нижневартовский государственный университет» для учёта и независимого принятия решений при закупке биопрепаратов для указанной цели.

Приложения:

Отчёт – в 1 файле MS Word, приложения к отчету – в 5 архивах WinRar.

Заместитель директора Департамента  
экологической безопасности и технологий

Ю.В. Буланов

Исп. Комов Сергей Вячеславович  
+7(499) 5178888, доб 9627

## СПИСОК РАССЫЛКИ

1. ОАО «Оренбургнефть»
2. ОАО «Самаранефтегаз»
3. ООО «РН-Уватнефтегаз»
4. ОАО «РН-Няганьнефтегаз»
5. ОАО «Варьёганнефтегаз»
6. ООО «РН-Юганскнефтегаз»
7. ОАО «Удмуртнефть»
8. ЗАО «Ванкорнефть»
9. ОАО «Самотлорнефтегаз»
10. ООО «РН-Пурнефтегаз»
11. ОАО «Верхнечонскнефтегаз»
12. ОАО «Томскнефть» ВНК
13. ОАО «Нижневартовское нефтегазодобывающее предприятие»
14. ОАО «РН-Нижневартовск»
15. ООО «Бугурусланнефть»
16. ООО «РН-Краснодарнефтегаз»
17. ООО «РН-Ставропольнефтегаз»
18. ООО «РН-Северная нефть»

19. РН-Сорбис - Экология

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Нижневартовский государственный университет»**

УДК57.084.2; 579.66  
№ госрегистрации  
ИИН №301

Утверждаю

Ректор  
С.И. Горлов

«05» ноября 2013 г.

**ОТЧЕТ  
О ВЫПОЛНЕНИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ  
БИОПРЕПАРАТОВ  
по договору № ВНГ - 0472/13 от 2 апреля 2013 г.  
(итоговый)  
ТОМ I**

Начальник управления научных исследований	_____	Е.С.Овечкина
Руководитель работы	_____	В.Б.Иванов

Нижневартовск, 2013

**СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ**

к.г.н., доцент	_____	С.Е. Коркин
к.б.н., доцент	_____	Т.В. Сторчак
к.б.н., доцент	_____	Т.Ю. Дмитриева
к.б.н., доцент	_____	В.В. Александрова

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ</b>	7
1.1. Климат	7
1.2. Рельеф и геологические условия	9
1.3. Гидрография	9
1.4. Почвенные условия	11
1.5. Растительность и животный мир	12
<b>2. ЗАКЛАДКА И ОБУСТРОЙСТВО ОПЫТНЫХ ПЛОЩАДОК</b>	14
<b>3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПЫТУЕМЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ</b>	21
3.1. Биологический препарат «ECO-ZYME»	21
3.2. Биологический препарат «БАК-Л» (органический)	22
3.3. Биологический препарат «Бионер» (водная суспензия и сухая форма)	25
3.4. Биологический препарат «Дестройл» (сухая форма)	29
3.5. Биологический препарат «МикроБак» (сухая форма)	31
3.6. Биологический препарат Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	34
3.7. Биологический препарат «Дизойл-М» (водная суспензия)	36
3.8. Документационное подтверждающее санитарно-эпидемиологической безопасности биопрепаратов	38
<b>4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ</b>	40
4.1. Микробиологический анализ биопрепарата «БАК-Л» (органический)	40
4.2. Микробиологический анализ биопрепарата «Бионер» (водная суспензия и сухая форма)	43
4.3. Микробиологический анализ биопрепарата «Дестройл» (сухая форма)	45
4.4. Микробиологический анализ биопрепарата «МикроБак» (сухая форма)	47
4.5. Микробиологический анализ биопрепарата Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	49
4.6. Микробиологический анализ биопрепарата «Дизойл-М» (водная суспензия)	52
<b>5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ</b>	54
5.1. Отбор проб почвы на проведение количественного химического анализа	54
5.2. Мониторинг опытных площадок за время проведения опытно-промышленных испытаний	55
5.3. Внесение удобрений и известкование почвы	70
5.4. Инструкции по применению биологических препаратов участвующих в ОПИ	71
5.4.1. Биологический препарат «ECO-ZYME»	71
5.4.2. Биологический препарат «БАК-Л» (органический)	72
5.4.3. Биологический препарат «Бионер» (водная суспензия и сухая форма)	74
5.4.4. Биологический препарат «Дестройл» (сухая форма)	76
5.4.5. Биологический препарат «МикроБак» (сухая форма)	77
5.4.6. Биологический препарат Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	79
5.4.7. Биологический препарат «Дизойл» (водная суспензия)	80

<b>6. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ</b>	<b>82</b>
6.1. Динамика содержания нефтепродуктов на опытных площадках опытно-промышленных испытаний	82
6.2. Расчет экономической эффективности исследуемых биопрепаратов	96
6.2.1. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «ECO-ZYME»	99
6.2.2. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «БАК-Л»	100
6.2.3. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (водная суспензия)	102
6.2.4. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (сухая форма)	103
6.2.5. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Дестройл»	104
6.2.6. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Микробак»	105
6.2.7. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	107
6.2.8. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Дизойл-М»	108
<b>ВЫВОДЫ</b>	<b>112</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>114</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. План производства работ	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Аттестат аккредитации испытательной лаборатории	
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Область аккредитации испытательной лаборатории	
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Акты отбора проб почвы	
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Протокола КХА	
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Протокола микробиологических испытаний биопрепаратов	
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Координаты углов расположения опытных площадок	
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Схема нефтезагрязненного участка № 408 в районе куста 84	
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Фотомониторинг опытных участков за время проведения опытно-промышленных испытаний	
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Акт демонтажа опытных площадок	
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Состояние гидроизоляционного слоя после демонтажа опытных площадок	
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Сопроводительная документация на биопрепарат «ECO-ZYME»	
ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Сопроводительная документация на биопрепарат «БАК-Л»	
ПРИЛОЖЕНИЕ 14. Сопроводительная документация на биопрепарат «Бионер» (сухая форма и водная суспензия)	
ПРИЛОЖЕНИЕ 15. Сопроводительная документация на биопрепарат «Дестройл» (сухая форма)	
ПРИЛОЖЕНИЕ 16. Сопроводительная документация на биопрепарат «Микробак» (сухая форма)	
ПРИЛОЖЕНИЕ 17. Сопроводительная документация на биопрепарат МИКРОЗИМ™ «ПЕТРО ТРИТ»	
ПРИЛОЖЕНИЕ 18. Сопроводительная документация на биопрепарат «Дизойл-М»	

## ВВЕДЕНИЕ

Биопрепараты - это искусственно составленные ассоциации из микроорганизмов, окисляющие нефтяные углеводороды, используемые, главным образом, для доочистки остаточных загрязнений после механического сбора основной массы нефти и нефтепродуктов.

Микроорганизмы, для создания биопрепаратов выделяют в различных почвенно-климатических регионах России из природных источников, длительное время загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Выделяемые штаммы, показывают высокую деструктирующую активность в почве или воде. Выбор наиболее перспективных штаммов осуществляется по таким критериям, как высокая нефтеокисляющая активность в широких диапазонах рН, в обычных условиях или при повышенной температуре окружающей среды (50-60 °C), или при пониженной (4-10 °C), способность штаммов выдерживать высокую концентрацию солей.

Биопрепараты созданы на основе одной монокультуры или состоят из нескольких штаммов, из различных таксономических групп. В состав биопрепаратов входят штаммы бактерий, обладающие, активной ферментативной системой, способной окислять углеводородсодержащие загрязнения. Наиболее перспективным, для очистки почвы и воды, является использование биопрепаратов содержащих ассоциации микроорганизмов, расширяющих спектр окисления широкого круга углеводородов нефти. Стоимость таких препаратов намного выше, чем препаратов с монокультурой, т.к. выращивание каждого штамма проводится раздельно, чтобы сохранить нефтеокисляющие свойства.

У многих препаратов бактериальные клетки иммобилизованы на носителях. Считается, иммобилизованные клетки устойчивее к неблагоприятному воздействию окружающей среды и более эффективно окисляют нефтепродукты при высоких концентрациях углеводородного загрязнения, однако сама иммобилизация клеток на носителе удорожает его стоимость. В качестве носителей обычно используют природные материалы (торф, опилки, вермикулит, активированный уголь и т.д.) синтетические носители (синтетические полимеры, вспененный полиуретан).

Все штаммы используемые для выпуска биопрепаратов должны проверяться на тест-объектах по таким показателям как патогенность, токсичность, мутагенность. Применяемые в биопрепаратах культуры микроорганизмов должны быть безвредны не только для человека и животных, но и для почвенной биоты, насекомых и простейших организмов. Поэтому к применению допускаются биопрепараты, прошедшие сертификацию в соответствующих уполномоченных государственных органах власти Российской Федерации.

Применение биологических препаратов должно осуществляться в полном соответствии с инструкциями, разработанными их производителями. Наибольший эффект достигается в том случае, когда обеспечиваются благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов: наличие воды и минеральных солей, присутствие свободного кислорода, нейтральное значение рН, температурный режим и др.

**Целью исследования** является сравнительная оценка экономической эффективности применения тестируемых биопрепаратов, предназначенных для биодеградации углеводородов нефти при выполнении природовосстановительных работ в реальных опытных участках в соответствии с Техническими условиями на их изготовление.

### **Задачи исследования:**

1. Проведение организационных работ по подготовке лабораторных и полевых исследований биологических препаратов, определение почвенно-климатических

особенностей исследуемого участка и технических требований к испытуемым биопрепаратам.

2. Определение соответствия биопрепаратов требованиям Технических условий на их изготовление.

3. Проведение лабораторных исследований биопрепаратов для оценки их пригодности для проведения опытно-промышленных испытаний.

4. Проведение полевых этапов опытно-промышленных испытаний, согласно календарного плана.

5. Мониторинг температурного режима и влажности почвы на опытных участках ОПИ.

6. Проведение расчетов экономической эффективности биопрепаратов.

7. Обработка и оформление результатов опытно-промышленных испытаний.

**Объекты исследования:**

1. Органогенные торфяные верховые болота с исходным содержанием нефтепродуктов 24-32%.

2. Нефтеокисляющие биологические препараты:

– «ECO-ZYME» (экологический фермент), производитель – ИП Аникудимов Н.М.;

– «БАК-Л» (органический), производитель - ООО «НПК «ИЛМА ЭКО»;

– «Бионер» (сухая форма и водная суспензия), производитель – ЗАО «БИОН»;

– «Дестройл», производитель - ООО ПО «Сиббиофарм»;

– «Микробак», производитель - ООО «КРОС Фарм»;

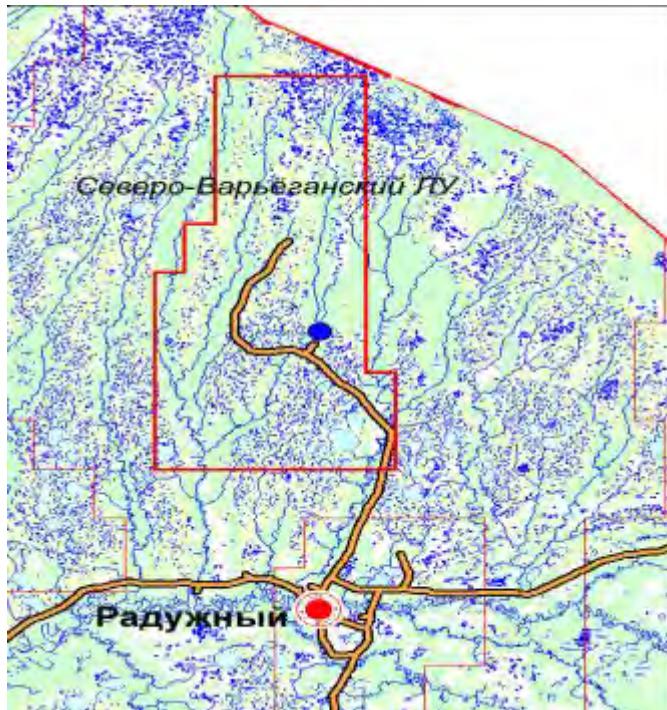
– Микрозим<sup>TM</sup> «ПЕТРО ТРИТ», производитель - ООО «РСЭ-трейдинг»;

– «Дизойл-М», производитель – ООО «Салют-Вест» (контрольный образец).

**Предмет исследования:** оценка экономической эффективности тестируемых биопрепаратов.

## 1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Северо-Варьёганский лицензионный участок расположен в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, в 20 км к северу от г. Радужный (рис. 1.1.).



**Рисунок 1.1. Карта-схема расположения Северо-Варьёганского лицензионного участка**

### 1.1. Климат

Климат рассматриваемого района, который расположен в центральной части Западной Сибири, обусловливается воздействием ряда факторов. Основными факторами являются: 1) западный перенос воздушных масс; 2) влияние Евроазиатского континента; 3) открытость к северу и доступ поступающим оттуда полярным массам воздуха.

Климат района резко континентальный. Характерной особенностью является быстрая смена циклонов и антициклонов. В данных условиях наблюдается продолжительная холодная зима, сильные ветра и метели, короткое, сравнительно теплое лето, поздние весенние и ранние осенние заморозки. Переходные сезоны очень короткие (7-9 недель), с резкими колебаниями температуры. Территория района характеризуется недостаточной теплообеспеченностью. Суммарная солнечная радиация составляет в среднем 340 МДж/см<sup>2</sup>. Продолжительность солнечного сияния 1600–1700 ч/год (Лезин, 1994).

Температурный режим характеризуется низкими температурами и складывается под влиянием континентальности, условиями прогревания и охлаждения суши и циркуляции воздушных масс, которые вызывают резкие повышения и понижения температуры (таблица 1.1.).

Таблица 1.1.

## Основные метеорологические данные

Показатель	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-18,9	-17,1	-11,1	-5,9	3,4	12,8	17,2	13,6	5,8	-2,3	-13,5	-18,1	-2,8
Количество осадков, мм	31	42	38	2	60	72	46	62	108	24	43	15	543

Источник: NASA База данных RETScreen

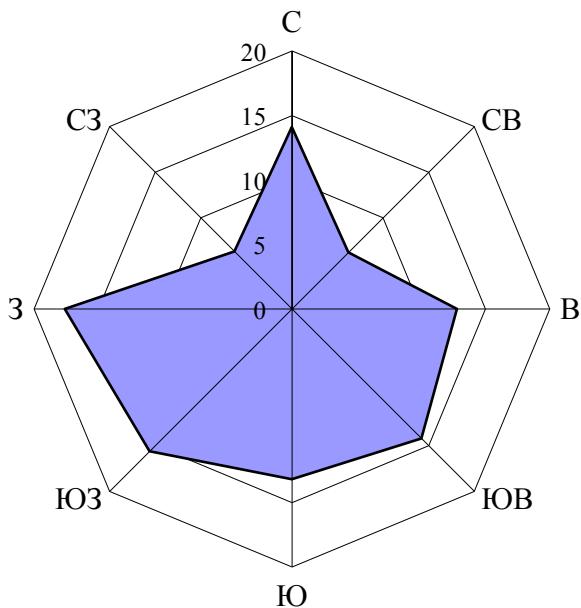
Среднегодовая температура воздуха составляет  $-2,8\ ^{\circ}\text{C}$ . Самый холодный месяц в году январь, среднемесячная температура которого составляет  $-18,9\ ^{\circ}\text{C}$ . Наибольшее понижение температуры (абсолютный минимум) составил  $-57\ ^{\circ}\text{C}$ . Самый теплый месяц в году – июль, среднемесячная температура которого составляет  $+17,2\ ^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры воздуха отмечен в июле  $+36\ ^{\circ}\text{C}$ .

Характерной особенностью температурного режима территории является короткий безморозный период (110 дней в году). Число дней с устойчивыми морозами около 170 дней в году. Устойчивый переход средней суточной температуры через  $0\ ^{\circ}\text{C}$  отмечается в конце апреля-мая, количество дней со среднесуточной температурой выше  $0\ ^{\circ}\text{C}$  составляет 150–170. В летние месяцы возможны заморозки (Климатическая ..., 1982).

По гидролого-климатическому районированию рассматриваемая территория относится к зоне избыточного увлажнения (Экология ..., 1997). Атмосферное увлажнение района обусловлено западным переносом воздушных масс атлантического происхождения. За год выпадает около 543 мм осадков. Наибольшее количество осадков наблюдается в июне-сентябре, наименьшее – в апреле. По виду осадков больше половины годовой суммы выпадает в виде дождей (в основном в период с мая по октябрь), почти 30 % – в виде снега. Относительная влажность воздуха в течение года составляет 76,2 %. Число дней с осадками 175 - 189 (Лезин, 1994; Будыко, 1960).

Рассматриваемый район характеризуется продолжительным зимним периодом с устойчивым снеговым покровом. Продолжительность периода со снежным покровом составляет 188 дней в году. Время выпадения снега близко к дате перехода температуры через  $0\ ^{\circ}\text{C}$ . Первый снежный покров появляется в первой декаде, а устойчивый – образуется в среднем в третьей декаде октября. Максимальная высота снежного покрова составляет 75 см. Разрушение снежного покрова начинается с середины апреля и заканчивается в начале мая. Плотность снега на данной территории составляет в среднем  $0,20 - 0,22\ \text{г}/\text{см}^3$ . К началу снеготаяния запас воды в снежном покрове достигает наибольших значений – 120 – 140 мм. Метели в этом районе связаны с прохождением юго- и северо-западных циклонов (Климатическая ..., 1982).

В течение года на рассматриваемой территории преобладают ветры западного (17,6 %) и юго-западного (15,6 %) направлений (рис. 1.2.). Зимой господствуют ветры южных и юго-восточных направлений, летом – северных и с северной составляющей. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,1 м/с. Наименьшие скорости ветра отмечаются в июле – августе, а также в середине зимы. В течение 5 - 10 дней в году отмечается сильный ветер (15 м/с и более) (Состояние ..., 2003).



**Рис. 1.2. Повторяемость среднегодовых направлений ветра, (%)**

Территория лицензионного участка входит в 4-й наиболее неблагоприятный агроклиматический район ХМАО-Югры (Г.М. Сергееву). Район является холодным, избыточно увлажненным для овощных культур с пониженным требованием к теплу. Сумма температур за период со среднесуточной температурой выше 0 °C составляет около 1500 °C. Продолжительность вегетационного периода – 80 дней, сумма температур за этот период 1100-1200 °C. Показатель сухости колеблется от 0,45 за год до 1,1 - 1,2 в период активной вегетации. Биологическая продуктивность в районе составляет 20 и менее баллов. В связи с недостаточностью тепла и непродолжительностью вегетационного периода овощеводство в открытом грунте возможно только в наиболее теплых местоположениях и при специальной агротехнике. Основу сельскохозяйственных угодий составляют олены пастища.

## 1.2. Рельеф и геологические условия

Северо-Варьёганский лицензионный участок располагается в пределах Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины, на водосборной площади реки Аган. В геоморфологическом отношении исследуемая территория представляет слабодренированную, плоскую равнину, занятую обширными болотами с большим количеством озер. Абсолютная высота участка изменяется от 78,0 до 106,0 м.

Рассматриваемая территория является частью Западно-Сибирской плиты, входящей в состав Центрально-Евразиатской молодой платформы. В геологическом отношении территория сложена озерно-аллювиальными песками, супесями и суглинками с растительными остатками и торфом (Лезин, 1994).

## 1.3. Гидрография

Территория лицензионного участка находится в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна. Подземные воды приурочены к мощной осадочной толще разнородных по литологическому составу и генезису отложений мезозойско-кайнозойского возраста.

В вертикальном разрезе выделяются два гидрогеологических этажа с четко выраженной гидродинамической и гидрохимической зональностью. Они различаются условиями залегания и формирования гидродинамического режима и

гидрогеохимического состава подземных вод. Гидрогеологические этажи разделены региональным водоупорным (глинистой толщей) слоем.

Верхний гидрогеологический этаж представляет собой многопластовую систему и содержит преимущественно пресные подземные воды в плиоцен-четвертичном, атлым-новомихайловском и тавдинском водоносных комплексах (Информационный ..., 2002). Его мощность достигает 400 м. Для верхнего гидрогеологического этажа характерен безнапорный и напорный режим фильтрации, сравнительно активный водообмен, совпадение области питания, циркуляции и разгрузки подземных вод, преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава. Питание подземных вод верхнего гидрогеологического комплекса происходит в весенне-летний период за счет инфильтрации атмосферных осадков. Подземные воды - ультрапресные и пресные с минерализацией до 1 г/л.

Нижний гидрогеологический этаж приурочен к отложениям юрского и мелового возрастов. Его мощность составляет около двух тысяч метров. Нижний гидрогеологический этаж объединяет апт-альб-сеноманский водоносный и неоком-юрский нефтоводоносный комплексы, содержащие минерализованные подземные воды и флюиды углеводородов, и характеризуется замедленным водообменом, наличием хлоридных натриевых вод с минерализацией 10–50 г/л (Обзор ..., 1997).

Среднее Приобье характеризуется обилием рек, озер и болот. Речная сеть на территории лицензионного участка принадлежит бассейну Карского моря, представлена реками, их притоками - ручьями без названия. Густота речной сети составляет 0,31.

Водосборные площади рек четко выражены, поймы низкие, заболоченные. Русла рек извилистые. Плоский рельеф территории и малый врез речных долин определяют замедленный поверхностный сток и слабый естественный дренаж грунтовых вод. Скорость течения рек 0,3 - 0,5 м/с.

Водотоки района относятся к типу рек с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Основной фазой является половодье, в период которого проходит до 60% годового стока. Весенное половодье начинается в конце апреля. Максимальные уровни половодья являются наивысшими годовыми. Половодье продолжается до июля – августа. Нередко сливается с летними дождевыми паводками. Летне-осенняя межень продолжается до октября. Зимние минимальные уровни приходятся на конец зимы (февраль).

Появление первых ледовых образований начинается с образования заберегов в октябре. На малых водотоках ледостав устанавливается почти сразу после перехода среднесуточных температур воздуха через 0 °C. Ледостав устанавливается в конце октября – начале ноября (Лезин ..., 1999). Толщина льда значительно варьирует. Мелкие ручьи промерзают на всю глубину.

Водотоки в пределах лицензионного участка принадлежат к типу рек со смешанным питанием, в котором участвуют талые воды сезонных снегов, атмосферные осадки и подземные воды. Основным источником питания являются зимние осадки, формирующие более 50 % объема годового стока. На долю дождевых вод приходится 21% годового стока, подземных – до 29 %. Самые многоводные месяцы – июнь (26 % объема годового стока) и июль (17 %), самый маловодный – март (менее 3 %) (Лезин, 1999).

Территория лицензионного участка относится к Аганскому озерному району. В пределах рассматриваемой территории озера различной величины и конфигурации. Озерность составляет 12 – 15 %, заболоченность территории 40 - 50 %.

Преобладают малые озера площадью менее 10 м<sup>2</sup> и глубиной 1 – 2 м. Берега озер низкие, заторфованные, местами сплавинные, поросшие мелколесьем из сосны, кедра, березы, осины. К озерам вплотную прилегают сфагновые болота. Дно почти всех озер относительно ровное, глинистое, местами песчаное. Прибрежная зона, особенно крупных, сильно закоряжена (Атлас ХМАО-Югры, 2004).

#### 1.4. Почвенные условия

Согласно почвенно-географическому районированию России (Хренов, 2002), рассматриваемая территория, находится в Западно-Сибирской таежно-лесной области и относится к провинции северо- и среднетаежных почв. На территории в зависимости от условий почвообразования выделено пять типов почв (таблица 1.2.) в соответствии с классификационными схемами Л.Л. Шишова (1997) и В.Я. Хренова (2002).

Таблица 1.2.

**Основные типы почв на территории Северо-Варьеганского лицензионного участка**

Ствол	Отдел	Тип	Местонахождение
Постлитогенные	Текстурно-дифференцированные	Подзолисто-глеевые	Холмисто-увалистые территории
		Торфянисто-подзолисто-глеевые	Умеренно дренированные участки
	Глееземы	Глееземы оподзоленные	Повышенные дренированные поверхности
Органогенные	Торфяные	Болотные торфяные и торфянистые	Слабо дренированные участки, верхние террасы речных долин
Синлитогенные	Аллювиальные	Аллювиальные дерновые	Прирусовая часть поймы и по гравим центральной поймы
		Аллювиальные луговые	Межгривные понижения прирусовой поймы, плоские участки и пологие склоны гравим центральной поймы
		Аллювиальные примитивные	Прирусовые участки поймы

Подзолисто-глеевые почвы формируются на породах тяжелого механического состава (суглинок), на слабодренированных водоразделах и в понижениях рельефа. В горизонте B отмечается оглеение, обусловленное близким залеганием грунтовых вод. Для этих почв характерно наличие кислой реакции, небольшое содержание гумуса и низкое естественное плодородие.

Торфянисто-подзолисто-глеевые почвы формируются на умеренно дренированных участках, под хвойными и смешанными лесами с моховым, кустарниково-моховым или мохово-травяным наземным покровом. Развитие почв происходит в условиях дополнительного поверхностного увлажнения и близкого залегания верховодки. Для данных почв характерно наличие торфянистого горизонта. Мощность его варьирует от 20 до 30 см. Торфянистый горизонт препятствует поступлению и продвижению атмосферной влаги вниз по профилю, тем самым замедляет действие Al-Fe-гумусового процесса. В почвенном профиле наблюдается оглеение (в иллювиальном горизонте и глубже), связанное с близким залеганием верховодки. Реакция среды кислая (рН до 5,0).

Оподзоленные глееземы распространены на холмисто-увалистых территориях. Развитие почв происходит при условии затрудненного внутреннего дренажа поверхности толщи на суглинистых и глинистых породах. Профиль почв состоит из торфянистого горизонта мощностью 5 – 12 см и оглеенной минеральной массы, слабо

дифференцированной на генетические горизонты. Верхняя часть минеральной толщи пропитана бесцветным гумусом (до глубины 20 – 30 см).

Болотные торфяные и торфянистые почвы формируются на водоразделах в условиях застойного водного режима с сильнокислой реакцией среды. Наиболее характерными представителями растительности являются сфагновые мхи, сосна обыкновенная, обычно карликовая береза, багульник, морошка, клюква и пущица. Для почв характерна высокая кислотность (рН 2,5 - 3,8), низкая зольность торфа – 2,4 - 6,5 %, степень разложения до 20 – 25 %, высокая влагоемкость – 700 – 1500 %.

Аллювиальные почвы (или пойменные) характеризуются регулярным затоплением паводковыми водами и отложением на поверхности почв свежих слоев аллювия. Аллювиальные дерновые почвы формируются на возвышенных элементах рельефа поймы, при глубоком залегании грунтовых вод и преимущественно на аллювии легкого механического состава, часто слоистом. Они развиваются в условиях кратковременного увлажнения паводковыми водами и расположены в прирусовой части поймы и в центральной пойме.

Аллювиальные луговые почвы характерны для межгривных понижений прирусовой поймы, плоских равнинных участков и пологих склонов грив центральной поймы с относительно неглубоким залеганием грунтовых вод (1 - 2 м). Формируются на суглинистом и глинистом аллювии под разнообразной луговой растительностью, иногда под кустарниковыми зарослями.

Аллювиальные примитивные почвы формируются в непосредственной близости к водотокам, на прирусовых валах, грядах и островах, а также на отмелях и песчаных косах формируются примитивные аллювиальные почвы легкого механического состава. Морфологические признаки почвообразования в профиле выражены слабо. Гумусонакопление слабое и прерывистое, содержание гумуса не более 1 – 2 % (Хренов..., 2002).

## 1.5. Растительность и животный мир

Согласно геоботанического районирования Западно-Сибирской равнины (Растительность ..., 1976), территория лицензионного участка располагается в пределах средней подзоны таежных лесов. Повышенный гидроморфизм территории обусловил широкое распространение заболоченных лесов и болот. Основу древесной растительности составляют хвойные виды. В составе живого напочвенного покрова доминируют мхи.

На участках плохо дренированных водораздельных равнин располагаются сосново-кустарничково-сфагновые олиготрофные болота с обилием озер и озерков. Древесный ярус сильно разряжен и представлен сосновой обыкновенной с примесью кедра. Кустарниковый ярус представлен березой карликовой, единично встречаются ивы лопарская, черничная. Доминирующими видами в ярусе являются хамедафне болотная, клюква болотная и подбел многолистный. Видовой состав яруса зависит от степени обводненности. В менее обводненных местах произрастают: осока шаровидная, багульник болотный, морошка, голубика, изредка брусника, в более увлажненных и пониженных – осока сероватая, хвощ топяной. Моховой покров хорошо развит (среднее покрытие – 98%), образован сфагнумами. На вершинах некоторых гряд они замещаются зелеными мхами и лишайниками (Титов, Овечкина, 2000).

Олиготрофные верховые болота относятся к одним из самых бедных местообитаний. Особенностью животного населения является большая численность остромордой лягушки и наличие еще одного вида пресмыкающихся – живородящей ящерицы. Видовое богатство птиц на верховых болотах может достигать одних из самых высоких величин среди внепойменных обитаний (более 120 видов) за счет птиц, останавливающихся на весеннем пролете. Фауна млекопитающих бедна и представлена 15

- 20 видами, среди которых наиболее многочисленны буровзубки – средняя и тундряная. Летом на открытые болота выходят копытные – лоси и олени.

На хорошо и умеренно дренированных поверхностях распространены сосновые, березово-сосновые и березово-кедрово-сосновые леса. Высота и средний диаметр сильно отличаются из-за различного возраста деревьев. Высота деревьев в среднем составляет 20 м. Обычными породами второго яруса являются осина, береза и сосна. В травяно-кустарниковом ярусе, доминируют брусника, багульник болотный, хамедафне, клюква и морошка. Мелкотравье представлено преимущественно майником двулистным, седмичником европейским, линнеем северным, осокой шаровидной, хвощом лесным, вейником тупоколосковым и кипреем узколистным. Хорошо развит лишайниково-моховый ярус, в котором преобладает сфагнум.

В сосновых лесах можно встретить три вида земноводных (остромордая лягушка, серая жаба и сибирский углозуб), 2 вида пресмыкающихся (обыкновенная гадюка, живородящая ящерица), более 90 видов птиц и 20 - 25 видов млекопитающих. Среди позвоночных животных наибольшей численности достигают земноводные, в основном, серая жаба. Среди птиц доминируют юрок, пухляк, поползень. Наиболее массовыми видами млекопитающих животных являются полевки и буровзубки.

Растительность поймы рек представлена лугами, ивняками и разнотравными березняками с примесью осины. Среди луговых сообществ доминируют осоковые и осоково-канареечные луга. В травостое преобладают осоки. Часто присутствует болотное разнотравье из плакун-травы, вероники длиннолистной, вербейника обыкновенного, наумбургии кистецветной и хвощей. Высокие уровни поймы заняты древесной и кустарниковой растительностью. Кустарники образованы в основном ивой прутьевидной с участием спиреи иволистной. Травяной ярус обычно составлен канареечником тростником, вейником Лангсдорфа, вербейником обыкновенным, кровохлебкой лекарственной. В пойменных местообитаниях можно встретить 4 вида земноводных (остромордая и сибирская лягушки, серая жаба и сибирский углозуб); более 120 видов птиц, из которых наиболее обычны желтая трясогузка, дубровник и камышовая овсянка, 20 - 25 видов млекопитающих: полевка-экономка, малая и обыкновенная буровзубки и др.

На вырубках формируются производные леса как восстановительная стадия темнохвойных. Лиственные породы преобладают на начальной стадии зарастания нарушенного сообщества, затем происходит замена на темнохвойно-лиственные и темнохвойно-сосновые. Лесные вырубки в первые годы возобновления характеризуются пониженным по сравнению с исходным лесным сообществом видовым разнообразием и плотностью населения животных. При этом, только у птиц заметно изменяется видовой состав: лесные виды заменяются камышевками, овсянками, трясогузками, канюками и полевыми лунями. Из млекопитающих наибольшей численности достигают мышевидные грызуны, особенно красная и красно-серая полевки. Зарастание вырубок приводит к формированию животного населения типичного для коренных экосистем (Овечкина, Шор, 2004).

## 2. ЗАКЛАДКА И ОБУСТРОЙСТВО ОПЫТНЫХ ПЛОЩАДОК

До начала проведения опытно-промышленных испытаний биопрепаратов на территории ОАО «Варьеганнефтегаз» были разработаны и согласованы с администрацией ОАО «Варьеганнефтегаз» программа опытно-промышленных испытаний биопрепаратов, план производства работ на опытных участках и технологические карты. Программа ОПИ, план производства работ и технологические карты были разработаны в соответствии с Техническим заданием «На выполнение опытно-промышленных испытаний новых (ранее не применявшимися в Обществах) биопрепаратов», условиями Договора ВНГ-6-0472/13 от 26.04.2013 года, технических условий (ТУ) по применению тестируемых биопрепаратов и с учетом действующих у Заказчика требований и нормативов. В процессе выполнения каждого вида работ проводилась фотосъемка.

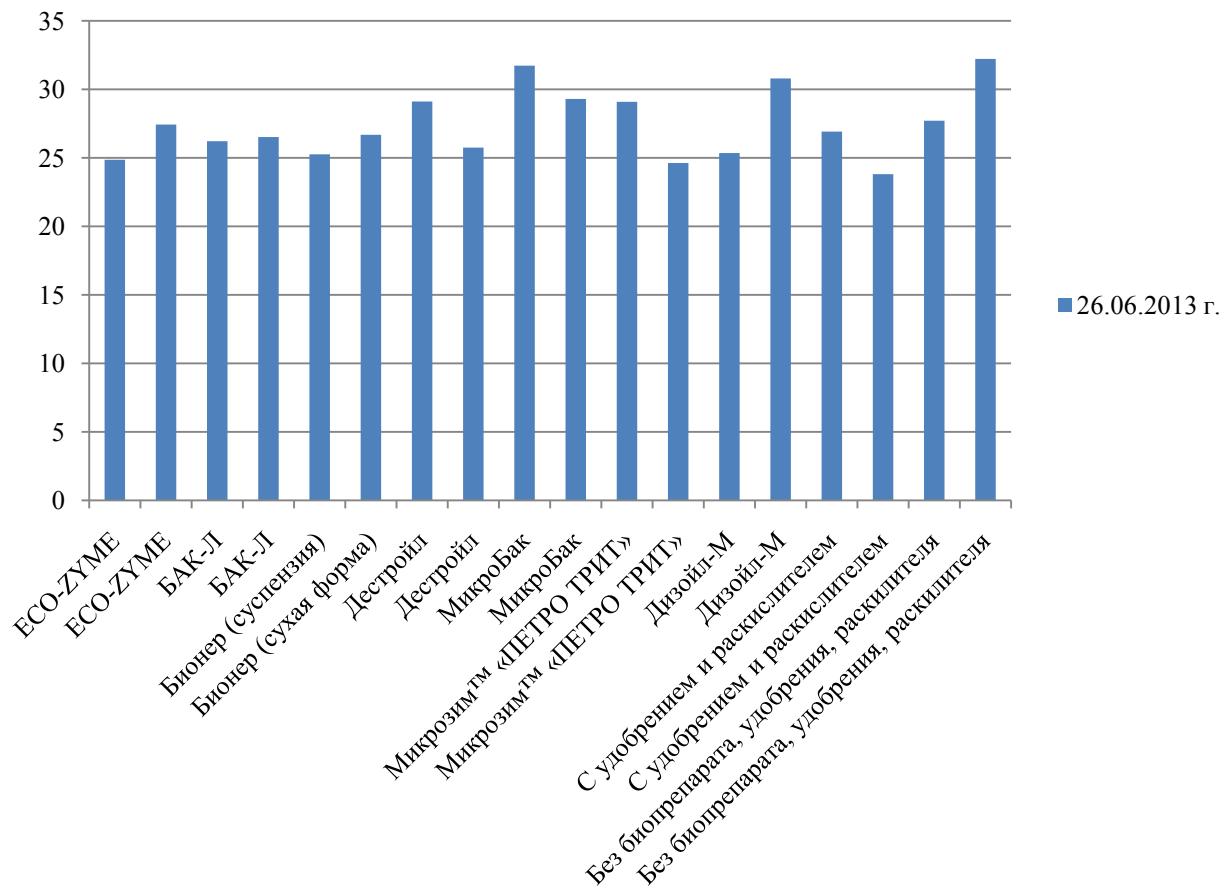
Опытные площадки для проведения ОПИ были заложены на нефтезагрязненном участке № 408 в районе куста № 84 Северо-Варьеганского месторождения ОАО «Варьеганнефтегаз» с 19 по 22 июня 2013 г. (рис. 2.2.). Нефтезагрязненный земельный участок для проведения опытно-промышленных испытаний был предоставлен заказчиком. Участок расположен на территории верхового болота (грядово-мочажинный сосново-кустарничково-сфагновый комплекс), характеризуется слабым перепадом высот. Общая площадь 0,1649 га. Степень загрязнения высокая. Особыми условиями нефтезагрязненного участка № 408 в районе куста № 84 Северо-Варьеганского месторождения являются – участок с большой давностью разлива нефтепродуктами, на начало ОПИ на участке на поверхности наблюдалась битумизированная корка, расположен строго на Северной части Нижневартовского района, на границе с Ямало-Ненецким автономным округом.

Опытные «контрольные» и опытные площадки для испытуемых биопрепаратов были выделены в границах одного нефтезагрязненного участка соответствующей надтиповой группы почв. Уровень залегания грунтовых вод (влажность) на опытных площадках в пределах одного нефтезагрязненного участка - одинаковы, степень загрязнения нефтезагрязненного участка, в границах которого выделены опытные площадки - высокая (24-32 % масс). Значения средних степеней загрязнения каждой из опытных площадок, как «контрольных», так и для испытуемых биопрепаратов, выделяемых в границах одного нефтезагрязненного участка составляет 8 % масс. (рис. 2.1.).

На участке было размещено 18 опытных площадок в форме квадрата 2,5x2,5 м (6,25 м<sup>2</sup>), глубиной 0,4 м, которые на основе визуальной оценки стремились располагать в зонах со схожими уровнями содержания нефтепродуктов, микрорельефом, степенью обводнения и соответствующей надтиповой группой почв. Давность разлива нефти на нефтезагрязненном участке одной надтиповой группы почв, в границах которого были выделены опытные площадки, составляла более одного календарного года. Уровень залегания грунтовых вод на всех опытных площадках одинаков.

На нефтезагрязненном участке отсутствуют трубопроводы, пересекающие и прилегающие к нефтезагрязненному участку. Участок № 408 расположен на удалении от других нефтезагрязненных и засоленных участков, что на 100 % исключает вероятность миграции нефти и солей с сопредельных участков (вторичное загрязнение). Вторичное загрязнение опытных площадок также невозможно в связи с их полной гидроизоляцией. Минимальное расстояние между границами соседних опытных площадок составляет 3 м.

Вокруг каждой опытной и «контрольной» площадок на местности были натянуты сигнальные ленты, и их углы обозначены деревянными вешками. Каждая площадка имела свой аншлаг с кодифицированным названием.

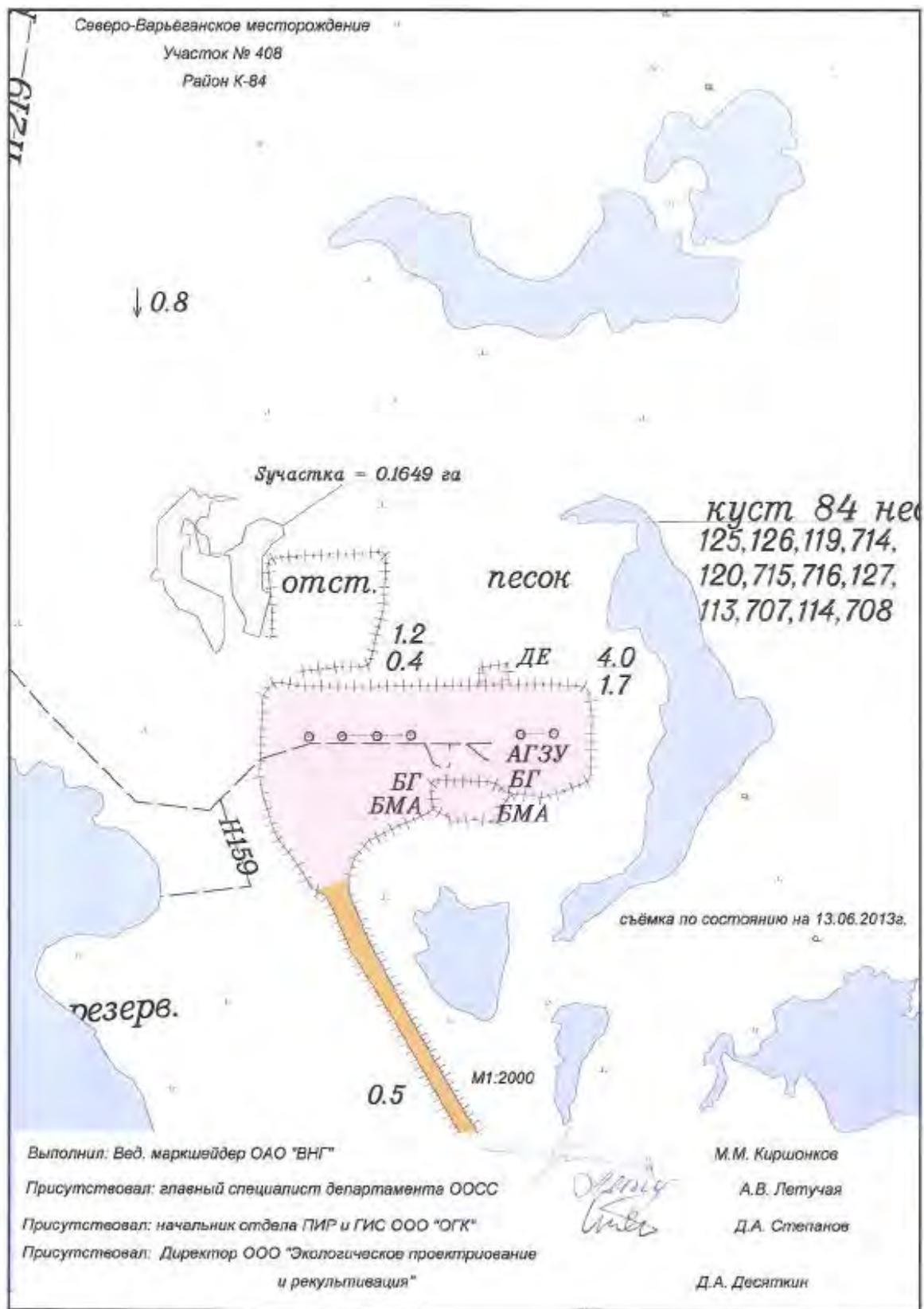


**Рис. 2.1. Содержание нефтепродуктов в почвах пробных площадок на начало ОПИ (% масс.)**

Технология подготовки площадок к опытно-промышленным испытаниям:

1. В квадрате 2,5x2,5 м был изъят нефтезагрязненный слой на глубину 40 см.
2. Изъятый нефтезагрязненный слой почвы складировался в штабель возле площадки.
3. Вырытые ямы застилались гидроизоляционным материалом, устойчивым к изгибаниям и механическим воздействиям. Гидроизоляционный материал представлял собой одноцелое полотно, достаточное для покрытия дна и выше бортов ямы.
4. После уложения гидроизоляции на нее укладывался изъятый объем нефтезагрязненной почвы и разравнивался.

Маркшейдерской службой ОАО «Варьеганнефтегаз» были определены географические координаты точек углов каждой площадки в системе координат Пулково 1942 года с составлением детальных схем площадок с привязкой к существующим объектам наземной инфраструктуры (рис. 2.3.). Каждый угол каждой опытной площадки пронумерован сквозной нумерацией с географическими координатами точек углов площадок в формате «номер точки – широта-долгота». Данные представлены в приложении.



**Рис. 2.2. Схема расположения нефтезагрязненного участка для проведения опытно-промышленных испытаний**



**Фото 2.1. Нефтезагрязненный участок № 408 до начала опытно-промышленных испытаний (19.06.2013 г.)**



**Фото 2.2. Начало обустройства опытных площадок на нефтезагрязненном участке № 408 (19.06.2013 г.)**



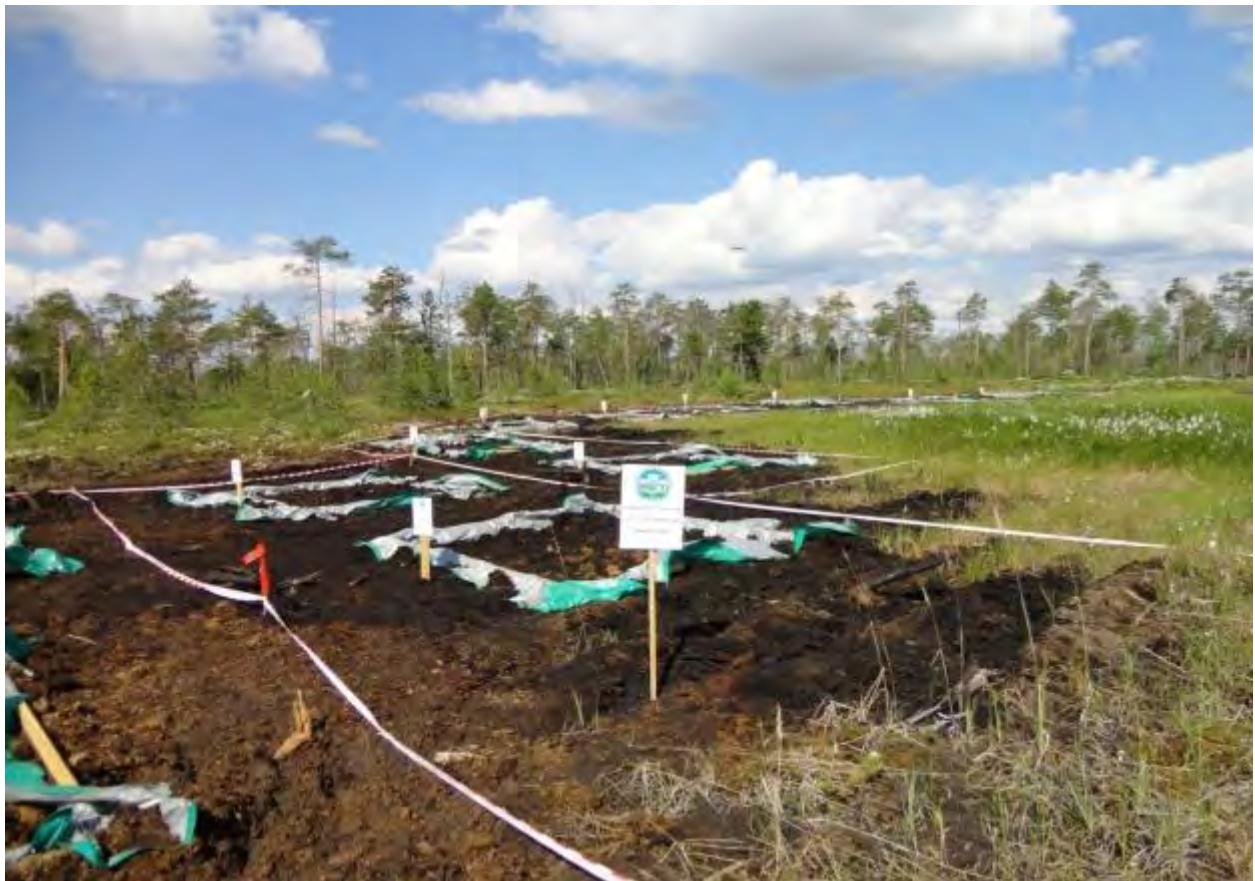
**Фото 2.3. Работы по закладке опытных площадок (19.06.2013 г.)**



**Фото 2.4. Работы по гидроизоляции опытных площадок (19.06.2013 г.)**



**Фото 2.5. Работы по обустройству опытных площадок – установка аншлагов  
(26.06.2013 г.)**



**Фото 2.6. Общий вид участка с опытными площадками для проведения опытно-промышленных испытаний (26.06.2013 г.)**

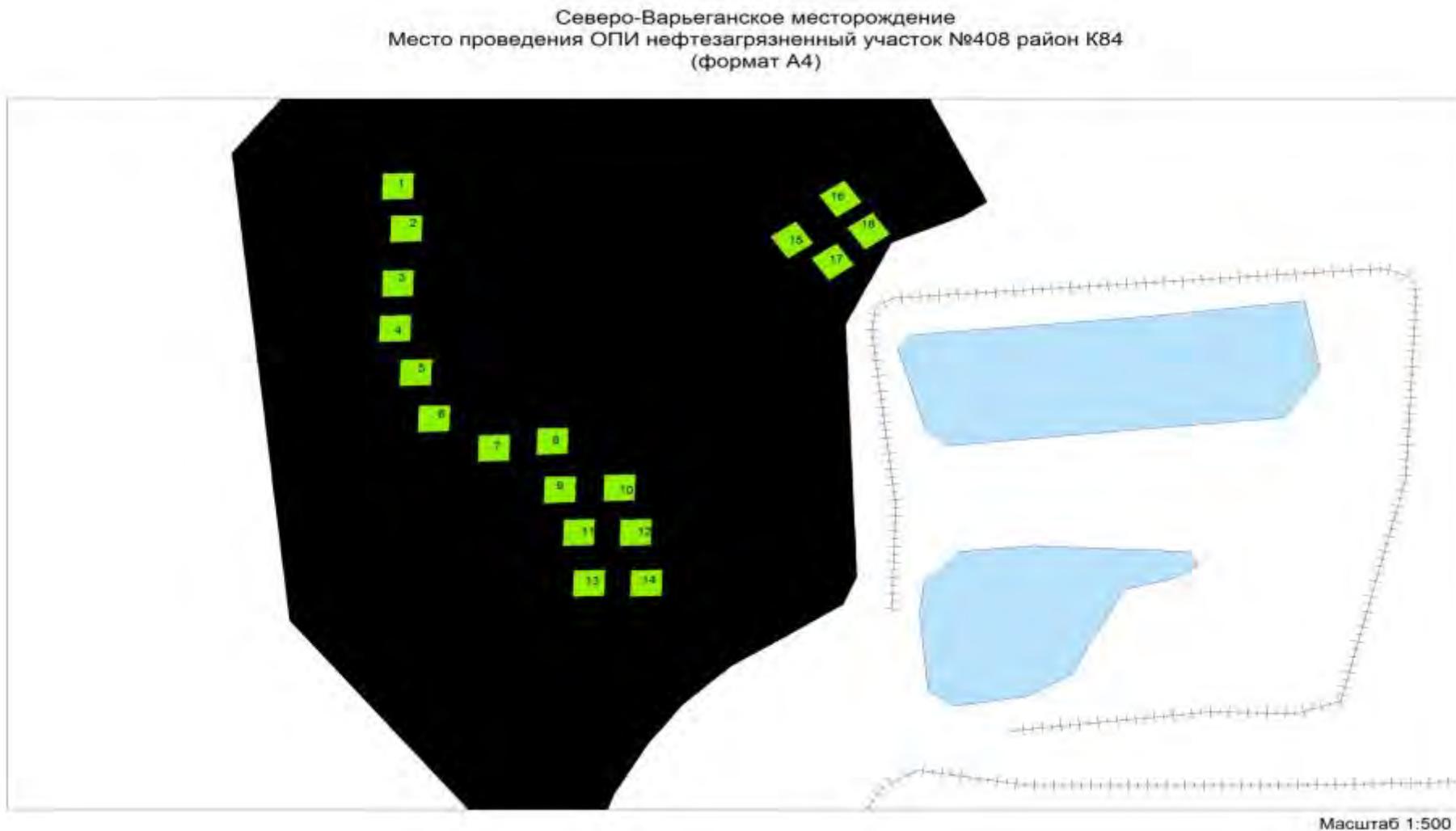


Рис. 2.3. Схема размещения опытных площадок на участке № 408 опытно-промышленных испытаний биопрепаратов

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

### 5.1. Отбор проб почвы на проведение количественного химического анализа

До начала внесения биопрепаратов после окончательной подготовки опытных площадок были отобраны пробы на проведение количественного химического анализа на исходное содержание нефтепродуктов в почве. С каждой площадки методом конверта со всей глубины – 40 см, отобраны усредненные пробы (фото 5.1.). Отбор проб осуществляли в присутствии комиссии – представитель Заказчика, супервайзер и представитель от производителей биологических препаратов. На каждую отобранную пробу оформлялся Акт отбора проб, который подписывался представителем заказчика и супервайзером.

Образцы почвенных проб для проведения КХА отбирались согласно требованиям ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб; ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа; ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб.

Отбор проб почвы с опытных площадок для определения остаточного содержания нефтепродуктов производился в комиссионном порядке:

- представители Службы ООС ОАО «Варьеганнефтегаз»;
- представители организации, оказывающей услуги по супервайзингу;
- представители организации, производителя биопрепарата;
- представители организации, осуществляющей ОПИ.

Отбор проб почвы с опытных площадок для определения остаточного содержания нефтепродуктов производился через каждые две недели в среду (через 14 дней), на основании Календарного плана-графика проведения ОПИ и Плана производства работ. Все почвенные пробы отобраны на КХА в присутствии супервайзера. Акты отбора проб представлены в приложении.

Определение концентрации остаточной нефти в почве проводили методом ИК-спектрометрии по утвержденным методикам, включенным в реестр Госстандарта РФ. Количественный химический анализ остаточного содержания нефти в почве осуществляется аккредитованной испытательной лабораторией ЗАО «НИЦ «Югранефтегаз» (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.21ЭЛ96), имеющей соответствующую область аккредитации. Аккредитационные документы испытательной лаборатории представлены в приложении.



**Фото 5.1. Отбор проб почвы с площадок на количественный химический анализ  
(26.06.2013 г.-18.09.2013 г.)**

## 5.2. Мониторинг опытных площадок за время проведения опытно-промышленных испытаний

В ходе проведения ОПИ кроме систематического отбора проб почвы на КХА проводилось наблюдение за температурным режимом окружающей среды (рис. 5.1.) и почвы (рис. 5.2. и 5.3.) на глубине 40 см, влагоемкостью почвы каждой площадки 3 раза в неделю – понедельник, среда, пятница. Три раза в неделю проводилось фотографирование каждой площадки для визуального контроля изменений.

При проведении работ температура воздуха и температура на глубине 40 см почвы измерялась ежедневно (4-5 измерений в течение суток) с помощью 3 термодатчиков и 3 раза в неделю с помощью почвенных термометров на каждой опытной площадке. Средние показатели изменений температурного режима воздуха и почвы, согласно данных термодатчиков представлены на рис. 5.1. – 5.3. Показатели температурного режима почвы на площадках согласно измерениям почвенными термометрами представлены на фото 5.2. – 5.71.

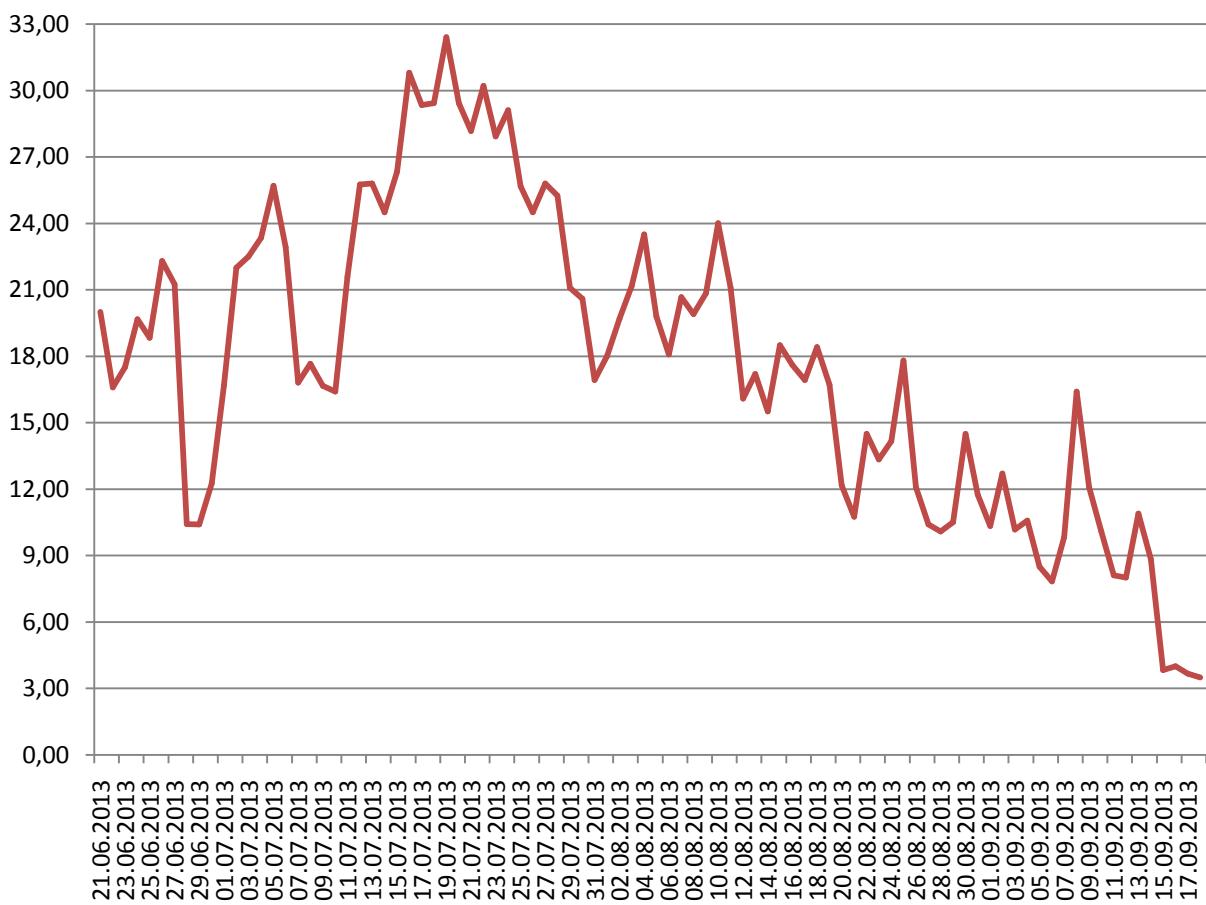
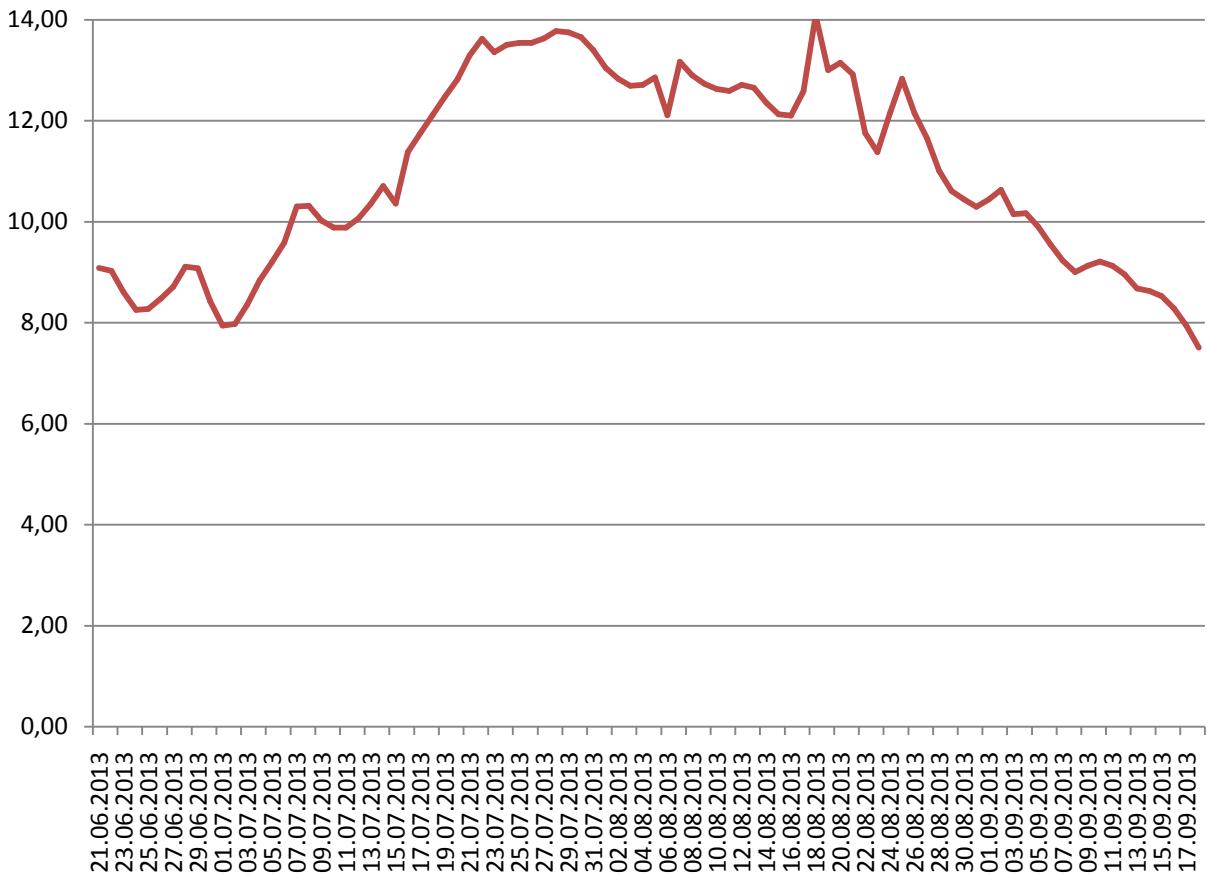
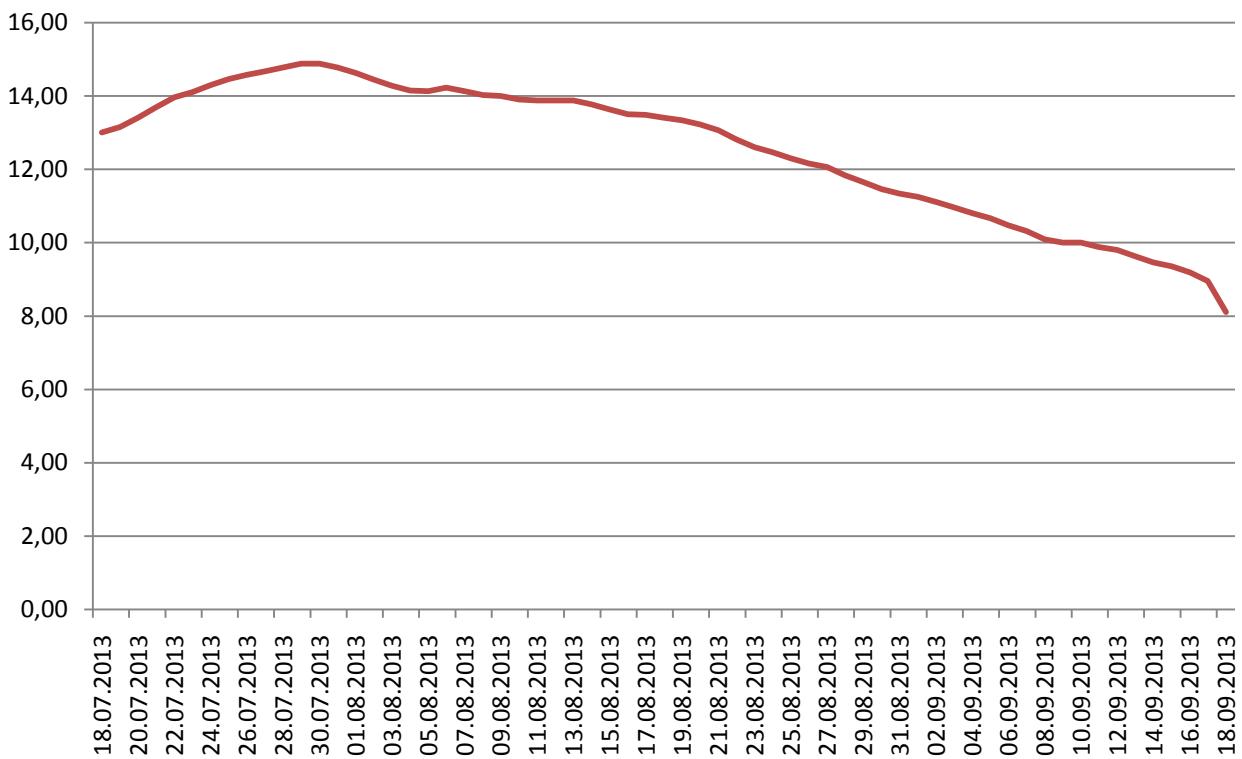


Рис. 5.1. Динамика температуры окружающей среды на территории участков ОПИ, °С



**Рис. 5.2. Динамика температуры почвы на глубине 40 см на территории участков ОПИ (точка № 1), °C**



**Рис. 5.3. Динамика температуры почвы на глубине 40 см на территории участков ОПИ (точка 2), °C**

Анализ динамики температуры воздуха и почвы показывает, что в ходе проведения ОПИ температура воздуха и почвы соответствовали требованиям ТУ всех биопрепараторов участвующих в исследовании. На начало эксперимента 26.06.2013 г. температура воздуха составляла 22 °C, на конец проведения исследования 18.09.2013 г. – 3,5 °C. В процессе проведения исследования наблюдалось резкое снижение температуры 28-29.06.2013 г. до 10,4 °C. При снижении температуры воздуха ниже 5 °C в течении 4 дней было принято решение о завершении ОПИ.

На начало эксперимента 26.06.2013 г. температура почвы на глубине 40 см составляла 8,5 °C, на конец проведения исследования 18.09.2013 г. – 7,5 °C. В процессе проведения исследования наблюдались незначительные колебания температуры почвы, в пределах 1 °C. С 18.07.2013 г. по 28.08.2013 г. были отмечены наивысшие показатели по температурному режиму почвы – 12-14 °C (точка 1). На опытных площадках биопрепарата «Дизойл-М» и без биопрепарата, но с внесением удобрений и раскислителя температура почвы согласно измерениям почвенными термометрами была на порядок (до 4 °C) выше, по сравнению с другими опытными участками. Данные опытные площадки на рельфе находились чуть выше остальных площадок.

С 18.07.2013 г. был заложен дополнительный термодатчик рядом с участками № 7 и № 8, который также показывает, что показатели температуры почвы на глубине 40 см были выше 12 °C до 28.08.2013 г. Почвенные термометры на данных опытных участках (№ 7 и № 8) показывали более высокую температуру почвы, по сравнению с другими опытными участками на 1-3 °C, что подтверждается данными термодатчиков. На конец эксперимента по данным 2 термодатчика температура почвы равнялась 8 °C.

Анализ данных температурного режима воздуха и почвы на протяжении всего ОПИ показывает, что температурный режим соответствовал требованиям ТУ всех исследуемых биопрепараторов.

Для поддержания необходимых условий активной деятельности микроорганизмов биопрепараторов (согласно ТУ) поддерживалась определенная влажность почвы для каждого биопрепаратора. Измерения влажности проводились регулярно – 3 раза в неделю в соответствии с ГОСТ 28268-89 «Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений».



Фото 5.20. Опытная площадка Б. 3.1.  
биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) в  
начале ОПИ 02.07.2013 г.



Фото 5.21. Опытная площадка Б. 3.1.  
биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) в  
конце ОПИ 18.09.2013 г.



Фото 5.22. Динамика температуры почвы  
на глубине 40 см на территории опытной  
площадки № 3.2. биопрепарата «Бионер»  
(сухая форма),  $^{\circ}\text{C}$

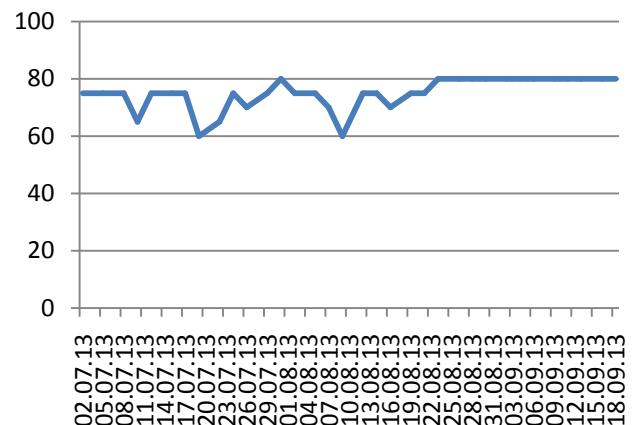


Фото 5.23. Динамика влажности на опытной  
площадке № 3.2. биопрепарата «Бионер»  
(сухая форма), %



Фото 5.24. Опытная площадка Б. 3.2.  
биопрепарата «Бионер» (сухая форма) в  
начале ОПИ 02.07.2013 г.



Фото 5.25. Опытная площадка Б. 3.2.  
биопрепарата «Бионер» (сухая форма) в  
конце ОПИ 18.09.2013 г.

### 5.4.3. Биологический препарат «Бионер» (водная суспензия и сухая форма)

#### **Применение биопрепарата «Бионер» (сухая форма).**

Биопрепарат поставляется в форме сухого порошка, состоящий из следующих компонентов – сухая культура микроорганизмов, биогены и ДАФ.

Количество биопрепарата, необходимого для проведения биоремедиационных работ: 0,625 гр. сухой культуры микроорганизмов на  $6,25 \text{ м}^2$ ; биогенные добавки – 80 гр.; ДАФ - 62,5 гр.

Перед внесением биопрепарата и биогенные добавки растворяют в 3 л воды при  $T = 20\text{--}30^\circ\text{C}$ . Суспензию выдержать в течение 1 суток, периодически перемешивая или барботируя воздухом. Перед использованием суспензию разбавить водой в 10 раз и нанести на поверхность нефтезагрязненной почвы из расчета 5 л на  $1 \text{ м}^2$  очищаемой поверхности. Биопрепарат наносят путем дождевания при температуре почвы  $+5\text{--}40^\circ\text{C}$ . Одновременно с биопрепаратором в почву вносится растворенный в 30 л воды ДАФ из расчета 5 л на  $1 \text{ м}^2$  очищаемой поверхности (фото 5.84. – 5.87.).

При уменьшении влагоемкости почвы ниже 40 %, грунт периодически увлажняют для создания микроорганизмам оптимальных условий аэрации.

При необходимости усиления эффекта биодеструкции, через 3-4 недели в почву вносят вторую порцию биопрепарата.

В ходе проведения ОПИ биопрепарат вносился 1 раз по желанию заказчика.



**Фото 5.84. Сухая культура  
микроорганизмов биопрепарата**



**Фото 5.85. Биогены биопрепарата**



**Фото 5.86. Приготовление рабочего раствора биопрепарата производителем**

**Фото 5.87. Барботация биопрепарата**

***Применение биопрепарата «Бионер» (водная суспензия).***

Биопрепарат поставляется в форме, готовый к внесению в нефтезагрязненную почву, без предварительной подготовки на месте использования в виде водной суспензии, состоящий из следующих компонентов – водная культура микроорганизмов и ДАФ.

Количество биопрепарата, необходимого для проведения биоремедиационных работ: 0,6 л водной культуры микроорганизмов на 6,25 м<sup>2</sup> и ДАФ - 62,5 гр.

Перед внесением биопрепарата и биогенные добавки растворяют в 3 л воды при Т +15-+30 °С. Перед использованием суспензию разбавить водой в 10 раз и нанести на поверхность нефтезагрязненной почвы из расчета 5 л на 1 м<sup>2</sup> очищаемой поверхности. Биопрепарат наносят путем дождевания при температуре почвы +5-+40 °С. Одновременно с биопрепаратором в почву вносится растворенный в 30 л воды ДАФ из расчета 5 л на 1 м<sup>2</sup> очищаемой поверхности (фото 5.88. – 5.89.).

При уменьшении влагоемкости почвы ниже 40 %, грунт периодически увлажняют для создания микроорганизмам оптимальных условий аэрации.

При необходимости усиления эффекта биодеструкции, через 3-4 недели в почву вносят вторую порцию биопрепарата.

В ходе проведения ОПИ биопрепарат вносился 1 раз по желанию заказчика.

## 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

### 6.1. Динамика содержания нефтепродуктов на опытных площадках опытно-промышленных испытаний

В ходе ОПИ были отобраны по 7 проб почв с каждой опытной площадки для определения содержания нефтепродуктов. Первоначально, до внесения биопрепаратов, проведен общий анализ почвы. На основании данных количественных химических анализов (таблица 6.1.) построены графики зависимости усредненных значений концентраций нефтепродуктов по вариантам опыта и от времени.

**Таблица 6.1.**  
**Динамика содержания нефтепродуктов в почве опытных участков в ходе ОПИ**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Содержание нефтепродуктов в почве на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс.)							Max. уменьшение содержания нефтепродуктов за время ОПИ, %
		26.06.13	10.07.13	24.07.13	07.08.13	21.08.13	04.09.13	18.09.13	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«ECO-ZYME»	1.1.	24,87	24,35	24,43	24,3	23,11	22,92	22,88	8,0
	1.2.	27,42	27,19	27,33	29,31	26,13	24,81	23,31	15,0
«БАК-Л»	2.1.	26,21	25,88	24,61	25,61	24,27	23,07	23,11	12
	2.2.	26,53	24,18	23,41	22,53	22,46	22,36	22,41	15,5
«Бионер» (водная сuspензия)	3.1.	25,25	24,68	21,26	19,77	19,06	19,43	18,94	25
«Бионер» (сухая форма)	3.2.	26,68	24,69	21,28	19,59	18,13	17,43	17,15	36
«Дестройл»	4.1.	29,11	31,83	27,75	28,45	28,05	28,39	28,11	4,5
	4.2.	25,75	26,07	24,98	28,55	25,28	25,96	25,24	3,0
«МикроБак»	5.1.	31,74	31,77	31,89	33,74	31,88	30,79	30,01	5,5
	5.2.	29,31	29,59	28,98	28,21	28,57	27,55	27,79	6,0

**Продолжение таблицы 6.1.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	6.1.	29,09	29,39	28,93	28,99	28,45	27,52	27,14	7,0
	6.2.	24,63	24,11	23,81	25,08	23,61	22,13	22,74	10,0
«Дизойл»	7.1.	25,35	27,05	24,78	23,77	22,13	21,16	20,09	7,0
	7.2.	30,80	31,04	29,91	26,91	26,28	25,36	25,27	10,0
Площадки с внесением удобрений и раскислителя	8.1.	26,91	26,19	25,89	26,88	26,01	26,48	25,96	4,0
	8.2.	23,82	23,52	22,97	23,94	22,75	23,26	22,92	4,5
Площадки без внесения биопрепарата, удобрений и раскислителя	9.1.	27,7	27,75	27,82	26,81	27,45	27,38	27,35	3,0
	9.2.	32,21	34,29	33,24	32,15	32,23	33,15	32,65	0,2

Анализ результатов исследования содержания нефтепродуктов в почве опытных площадок с биопрепаратором «ECO-ZYME» показывает, что на опытных площадках за время проведения ОПИ наблюдается снижение содержания нефтепродуктов (рисунок 6.1, таблица 6.2). Интенсивное снижение нефтепродуктов отмечается в последние 1,5 месяца испытаний.

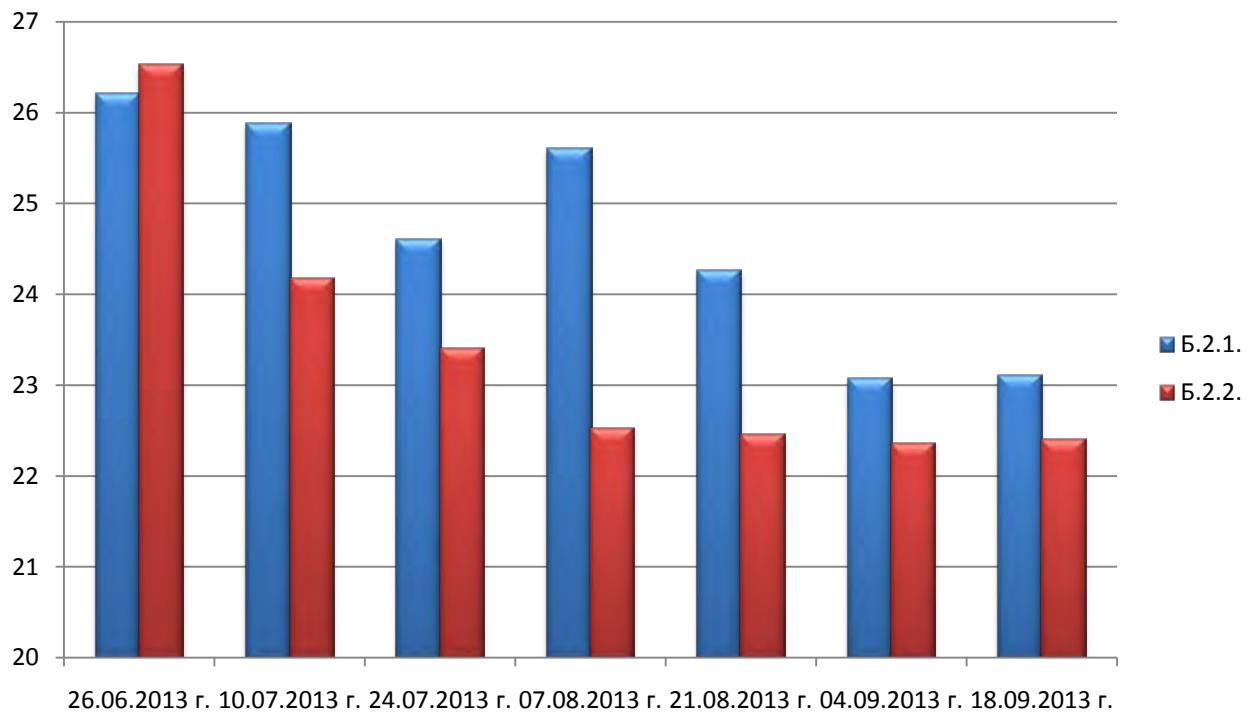
**Таблица 6.2.**  
**Динамика содержания нефтепродуктов в почве опытных площадок биопрепарата «ECO-ZYME» (a/b\*)**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Содержание нефтепродуктов в почве на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс./%)							Макс. значение уменьшения содержания нефтепродуктов за время ОПИ, %
		26.06.13	10.07.13	24.07.13	07.08.13	21.08.13	04.09.13	18.09.13	
«ECO-ZYME»	1.1.	24,87	<u>24,35</u> - 2,1	<u>24,43</u> - 1,77	<u>24,3</u> - 2,3	<u>23,11</u> - 7,1	<u>22,92</u> - 7,85	<u>22,88</u> - 8,0	8,0
	1.2.	27,42	<u>27,19</u> - 0,83	<u>27,33</u> - 0,3	<u>29,31</u> + 6,9	<u>26,13</u> - 4,7	<u>24,81</u> - 9,5	<u>23,31</u> - 15,0	15,0

\*Примечание:

а – содержание нефтепродуктов в почве на дату отбора проб на КХА, % масс.;

б – снижение или увеличение (- или +) содержания нефтепродуктов на опытном участке на дату отбора проб на КХА по сравнению с их начальным содержанием (26.06.2013 г.), %.



**Рис. 6.2. Содержание нефтепродуктов на опытных площадках биопрепарата «БАК-Л» за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс.)**

В ходе ОПИ на опытной площадке Б.2.2. наблюдалось постепенное и наибольшее снижение нефтепродуктов первые 1,5 месяца. Уменьшение содержания нефтепродуктов в почве данной площадки – 4,12 % масс. или 15,5 % по сравнению с исходными данными. На опытной площадке Б.2.1. уменьшение содержания нефтепродуктов в почве в конце срока испытаний составило на 3,1 % масс. или на 12 %, по сравнению с исходным значением. На опытной площадке Б.2.1., по результатам КХА пробы почвы от 07.07.2013 г. было зарегистрировано увеличение содержания нефтепродуктов в почве на 1 % масс. по сравнению с предыдущим отбором проб на КХА.

Результаты КХА проб почв с участка с внесением биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) показывают значительное уменьшение содержания нефтепродуктов в почве опытной площадки (рисунок 6.3., таблице 6.4.).

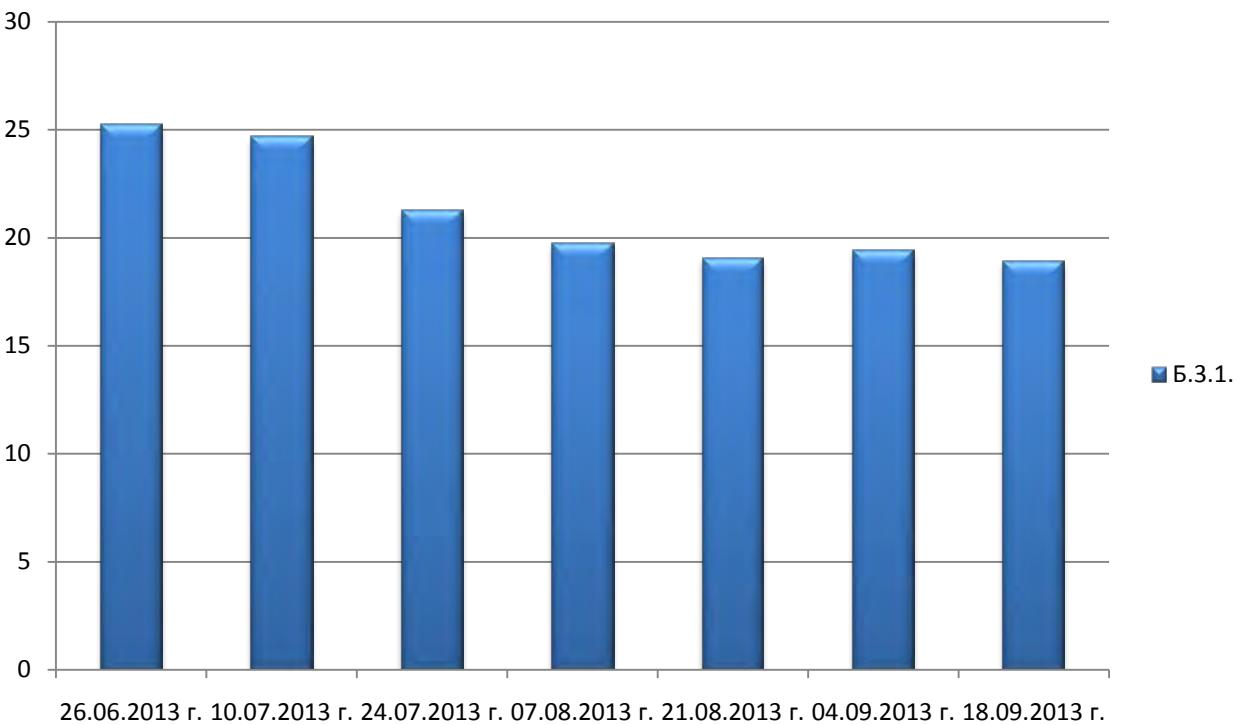
**Таблица 6.4.**  
**Динамика содержания нефтепродуктов в почве опытной площадки биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) (а/б\*)**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Содержание нефтепродуктов в почве на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс./%)							Макс. значение уменьшения содержания нефтепродуктов за время ОПИ, %
		26.06.13	10.07.13	24.07.13	07.08.13	21.08.13	04.09.13	18.09.13	
«Бионер» (водная суспензия)	3.1.	25,25	<u>24,68</u> - 2,2	<u>21,26</u> - 15,8	<u>19,77</u> - 21,7	<u>19,06</u> - 24,5	<u>19,43</u> - 23,0	<u>18,94</u> - 25,0	25,0

\*Примечание:

а – содержание нефтепродуктов в почве на дату отбора проб на КХА, % масс.;

б – снижение или увеличение (- или +) содержания нефтепродуктов на опытном участке на дату отбора проб на КХА по сравнению с их начальным содержанием (26.06.2013 г.), %.



**Рис. 6.3. Содержание нефтепродуктов на опытных площадках биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс.)**

Опытно-промышленные испытания биопрепарата показали стойкое и стабильное снижение содержания нефтепродуктов в почве – 6,31 % масс. или 25 % по сравнению с исходными концентрациями. Через месяц после начала ОПИ отмечено резкое снижение содержания нефтепродуктов – 4 % масс. В начале сентября (04.09.2013 г.) результаты КХА показали незначительное повышение содержания нефтепродуктов в почве – на 0,37 % масс., в следующий месяц зарегистрировано их снижение на 0,49 % масс.

Динамика содержания нефтепродуктов в почве на опытных площадках с биопрепаратором «Бионер» (сухая форма) за время проведения ОПИ показывает существенное снижение концентрации нефтепродуктов по сравнению с исходными данными (рисунок 6.4., таблица 6.5.).

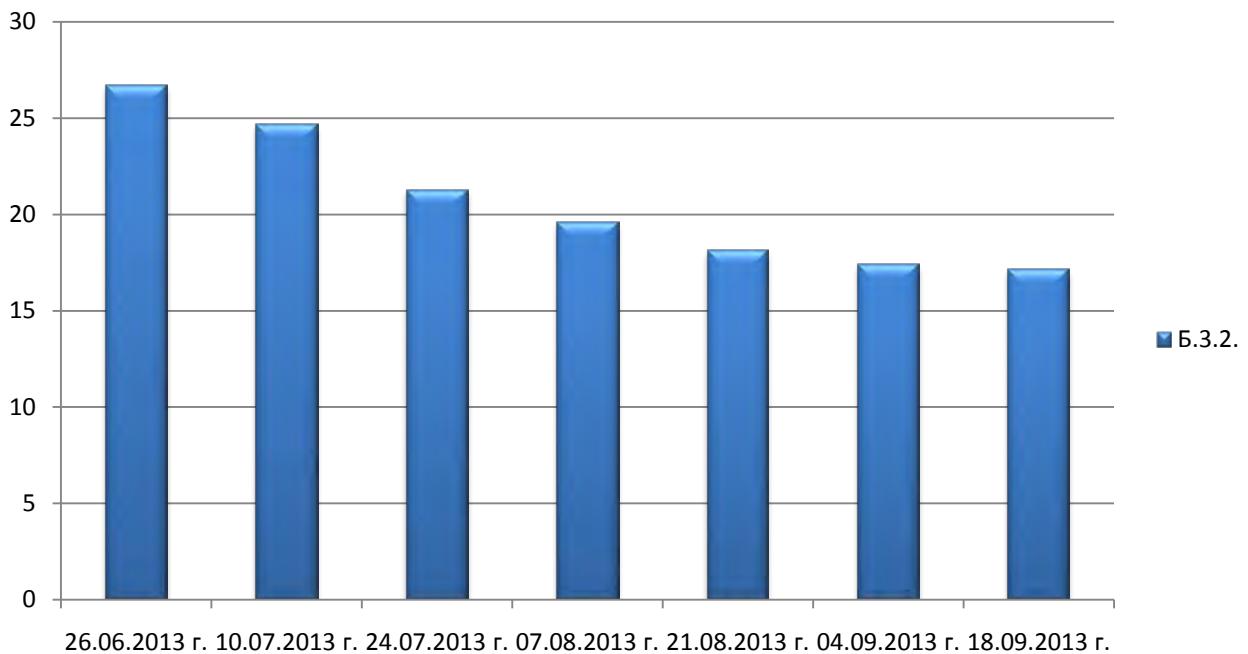
**Таблица 6.5.**  
**Динамика содержания нефтепродуктов в почве опытной площадки биопрепарата «Бионер» (сухая форма) (а/б\*)**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Содержание нефтепродуктов в почве на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс./%)							Макс. значение уменьшения содержания нефтепродуктов за время ОПИ, %
		26.06.13	10.07.13	24.07.13	07.08.13	21.08.13	04.09.13	18.09.13	
«Бионер» (сухая форма)	3.2.	26,6 8	24,69 - 7,45	21,28 - 20,2	19,59 - 26,5	18,13 - 32,0	17,43 - 34,6	17,15 - 36,0	36,0

\*Примечание:

а – содержание нефтепродуктов в почве на дату отбора проб на КХА, % масс.;

б – снижение или увеличение (- или +) содержания нефтепродуктов на опытном участке на дату отбора проб на КХА по сравнению с их начальным содержанием (26.06.2013 г.), %.



**Рис. 6.4. Содержание нефтепродуктов на опытных площадках биопрепарата «Бионер» (сухая форма) за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс.)**

Снижение концентрации нефтепродуктов в пробах почв отмечается через месяц с даты начала ОПИ – 5,4 % масс., как и у биопрепарата «Бионер» (водная суспензия). По сравнению с данными КХА на начало исследования, снижение содержания нефтепродуктов в почве опытной площадки с биопрепаратором «Бионер» (сухая форма) в конце исследования составляет 9,53 % масс. или 36 %. В ходе проведения ОПИ на каждую последующую дату отбора проб отмечалось постепенное и стабильное, статистически значимое снижение содержания нефтепродуктов в почве, наиболее четкое снижение отмечается в первые месяцы ОПИ.

Опытно-промышленные испытания биопрепарата «Дестройл» показали скачкообразное изменение содержания нефтепродуктов в почве (рисунок 6.5., таблица 6.6.).

**Таблица 6.6.**  
**Динамика содержания нефтепродуктов в почве опытных площадок биопрепарата «Дестройл» (а/b\*)**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Содержание нефтепродуктов в почве на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний (% масс./%)							Макс. значение уменьшения содержания нефтепродуктов за время ОПИ, %
		26.06.13	10.07.13	24.07.13	07.08.13	21.08.13	04.09.13	18.09.13	
«Дестройл»	4.1.	29,11	<u>31,83</u> + 9,35	<u>27,75</u> - 4,67	<u>28,45</u> - 2,27	<u>28,05</u> - 3,64	<u>28,39</u> - 2,47	<u>28,11</u> - 3,43	4,5
	4.2.	25,75	<u>26,07</u> + 1,25	<u>24,98</u> - 3,0	<u>28,55</u> + 10,8	<u>25,28</u> - 1,8	<u>25,96</u> + 0,8	<u>25,24</u> - 2,0	3,0

\*Примечание:

а – содержание нефтепродуктов в почве на дату отбора проб на КХА, % масс.;

б – снижение или увеличение (- или +) содержания нефтепродуктов на опытном участке на дату отбора проб на КХА по сравнению с их начальным содержанием (26.06.2013 г.), %.

Анализ результатов испытаний позволяет сделать следующий вывод, что наибольшее уменьшение содержания нефтепродуктов в почве за весь период проведения ОПИ наблюдается у биопрепарата «Бионер» (сухая форма) – на 36 % при завершении эксперимента. Второй результат показал биопрепарат «Бионер» (водная суспензия) – 25 %. У остальных биопрепаратов уровень деструкции микроорганизмами нефтепродуктов в почве ниже 15 %.

## 6.2. Расчет экономической эффективности исследуемых биопрепаратов

В качестве критерия эффективности ОПИ выбран коэффициент эффективности. Он рассчитывается по формуле:

$$К_{\text{Эп}} = \frac{C_1 - C_{2n}}{Зnх(t_{2n} - t_1)}, \quad (\frac{\% \text{ масс.}}{\text{тыс.руб х суток}}),$$

где, К<sub>Эп</sub>-коэффициент эффективности, рассчитанный на дату периодического n-го отбора проб (с интервалом 15 дней с даты начала ОПИ);

C<sub>1</sub> - средняя концентрация нефти в нефтезагрязнённой почве опытного участка до начала ОПИ, по отобранным пробам в присутствии представителей внутренней комиссии с оформлением акта отбора проб и подтвержденная протоколами КХА, % массовых нефти по отношению к сухой почве;

C<sub>2n</sub> - средняя концентрация нефти в нефтезагрязнённой почве на дату n-го периодического отбора проб (с интервалом 15 дней с даты начала ОПИ), рассчитанная на основании соответствующих протоколов КХА, по отобранным пробам в присутствии представителей внутренней комиссии с оформлением акта отбора проб, % массовых нефти по отношению к сухой почве;

З<sub>n</sub> - общие затраты на выполнение ОПИ, понесенные вплоть до даты n-го периодического отбора проб, тыс. руб., включая:

- затраты на разработку и согласование разрешительной документации;
- затраты на аренду оборудования;
- амортизацию собственного оборудования;
- затраты на приобретение материалов;
- заработную плату персонала, включая привлеченных сезонных рабочих;
- затраты на обеспечение авторского надзора;
- затраты на супервайзинг, включая химико-аналитический контроль;
- затраты на транспортировку отходов, продукции;
- затраты на обезвреживание, переработку образовавшихся отходов.

t<sub>1</sub> - дата начала выполнения ОПИ;

t<sub>2n</sub> - дата периодического n-го отбора проб почвы (с интервалом 15 дней с даты начала ОПИ).

Затраты за весь период ОПИ для проведения испытания одного биопрепарата на одной опытной площадке без стоимости биопрепарата и без оживления составляют 82 тыс. рублей. Затраты на дату периодического n-го отбора проб почвы на содержание нефтепродуктов составляют 13,66 тыс. руб. В случае использования биопрепаратов, которые требуют суточную активацию затраты составляют 83 тыс. рублей и 13,83, соответственно.

Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепаратов проводили в расчете на дату периодического n-го отбора проб почвы. Общие затраты на выполнение ОПИ, понесенные вплоть до даты n-го периодического отбора проб почвы находили путем деления общих затрат на ОПИ биопрепарата на 1 опытную площадку ( $S=6,25 \text{ м}^2$ ) на n количество отобранных проб почвы на КХА (6 групп проб).

**6.2.3. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (водная суспензия)**

$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (26 \text{ июня} - 10 \text{ июля})} = \frac{25,25 - 24,68}{13,92 \times 14} = \frac{0,57}{194,88} = 0,0029$$

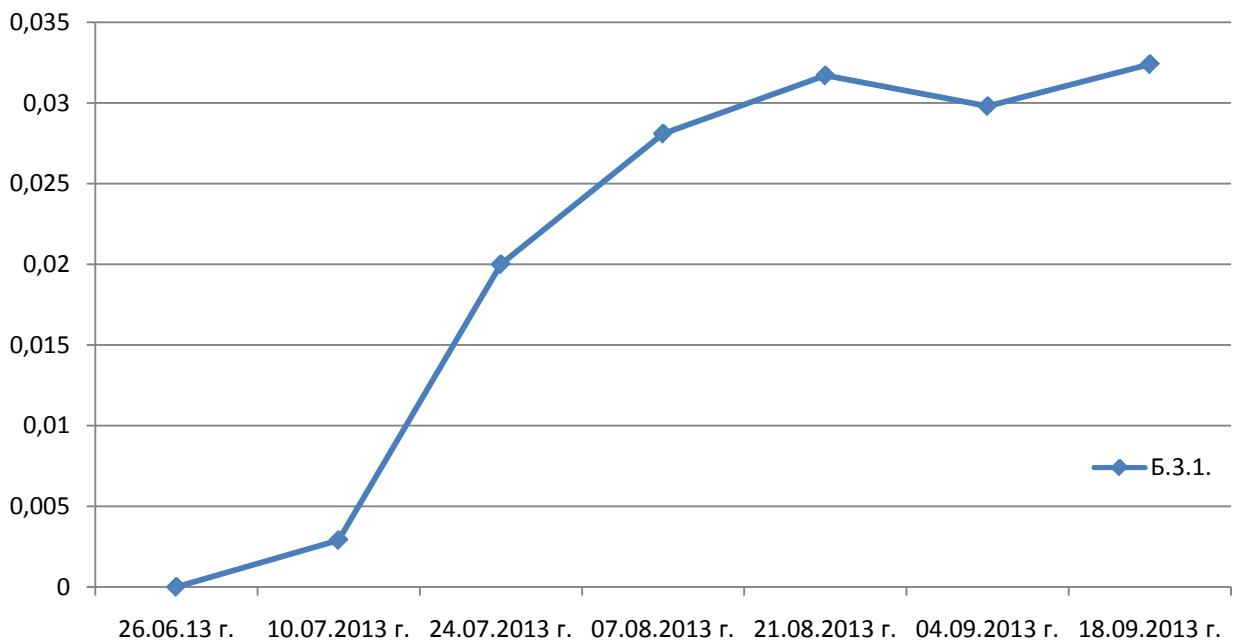
$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (10 \text{ июля} - 24 \text{ июля})} = \frac{25,25 - 21,26}{13,92 \times 14} = \frac{3,99}{194,88} = 0,02$$

$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (24 \text{ июля} - 07 \text{ августа})} = \frac{25,25 - 19,77}{13,92 \times 14} = \frac{5,48}{194,88} = 0,0281$$

$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (07 \text{ августа} - 21 \text{ августа})} = \frac{25,25 - 19,06}{13,92 \times 14} = \frac{6,19}{194,88} = 0,0317$$

$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (21 \text{ августа} - 04 \text{ сентября})} = \frac{25,25 - 19,43}{13,92 \times 14} = \frac{5,82}{194,88} = 0,0298$$

$$К_{\text{Эн}} (\text{Б.3.1.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_{2n} - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (04 \text{ сентября} - 18 \text{ сентября})} = \frac{25,25 - 18,94}{13,92 \times 14} = \frac{6,31}{194,88} = 0,0324$$



**Рис. 6.14. Коэффициент экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний**

Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) (рисунок 6.14.) показывает, что расходы на проведение опытно-промышленных испытаний биопрепарата на 1 опытную площадку равняются 83500 руб., а на конкретную дату п-отбора проб почвы на содержание нефтепродуктов - 13,92 тыс. руб. Коэффициент экономической эффективности биопрепарата на 18.09.2013 г. равняется 0,0324. Анализ динамики коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (водная суспензия) показывает, что увеличение эффективности биодеструкции нефтепродуктов микроорганизмами биопрепарата происходило в течении всего периода ОПИ, с некоторым снижением в период с 21.08.2013 г. по 04.09.2013 г. В последние 2

недели испытаний с 04.09.2013 г. по 18.09.2013 г. наблюдается незначительное увеличение значений коэффициента экономической эффективности биологического препарата «Бионер» (водная суспензия). Результаты испытаний показывают на статистически значимые изменения коэффициента экономической эффективности на опытной площадке биопрепарата.

#### **6.2.4. Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (сухая форма)**

$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (26 \text{ июня} - 10 \text{ июля})} = \frac{26,68 - 24,69}{13,83 \times 14} = \frac{1,99}{193,62} = 0,01$$

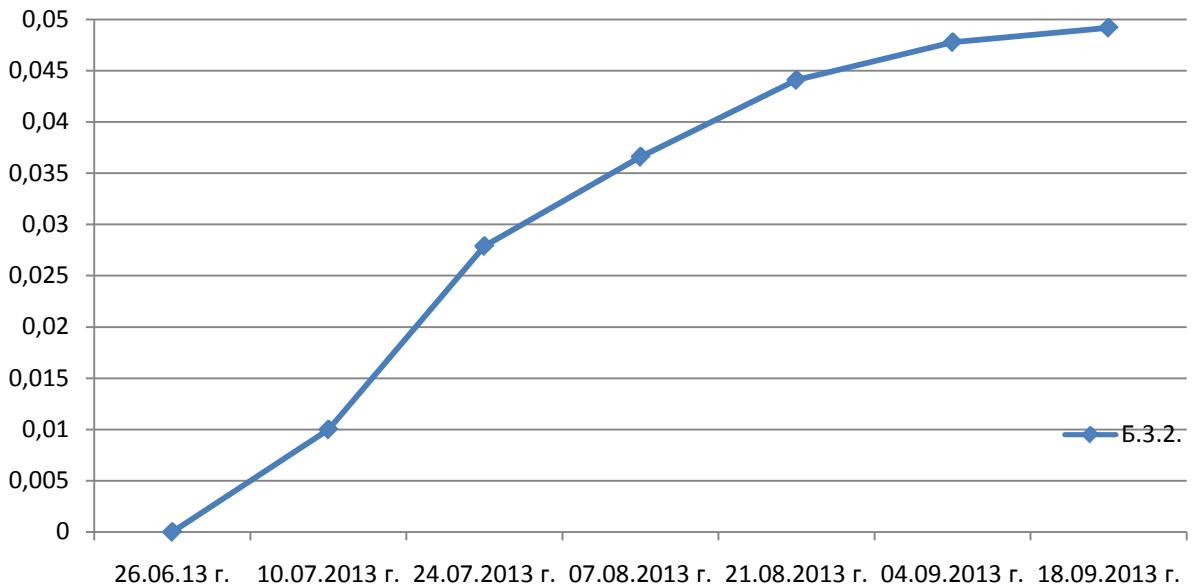
$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (10 \text{ июля} - 24 \text{ июля})} = \frac{26,68 - 21,28}{13,83 \times 14} = \frac{5,4}{193,62} = 0,0279$$

$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (24 \text{ июля} - 07 \text{ августа})} = \frac{26,68 - 19,59}{13,83 \times 14} = \frac{7,09}{193,62} = 0,0366$$

$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (07 \text{ августа} - 21 \text{ августа})} = \frac{26,68 - 18,13}{13,83 \times 14} = \frac{8,55}{193,62} = 0,0441$$

$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (21 \text{ августа} - 04 \text{ сентября})} = \frac{26,68 - 17,43}{13,83 \times 14} = \frac{9,25}{193,62} = 0,0478$$

$$K_{\text{Эп}} (\text{Б.3.2.}) = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (t_2 n - t_1)} = \frac{C_1 - C_2 n}{3n x (04 \text{ сентября} - 18 \text{ сентября})} = \frac{26,68 - 17,15}{13,83 \times 14} = \frac{9,53}{193,62} = 0,0492$$



**Рис. 6.15. Коэффициент экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (сухая форма) на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний**

Расчет коэффициента экономической эффективности биопрепарата «Бионер» (сухая форма) (рисунок 6.15.) показывает, что расходы на проведение опытно-промышленных испытаний биопрепарата на 1 опытную площадку равняются 83005 руб., а на конкретную дату n-отбора проб почвы на содержание нефтепродуктов - 13,83 тыс. руб.

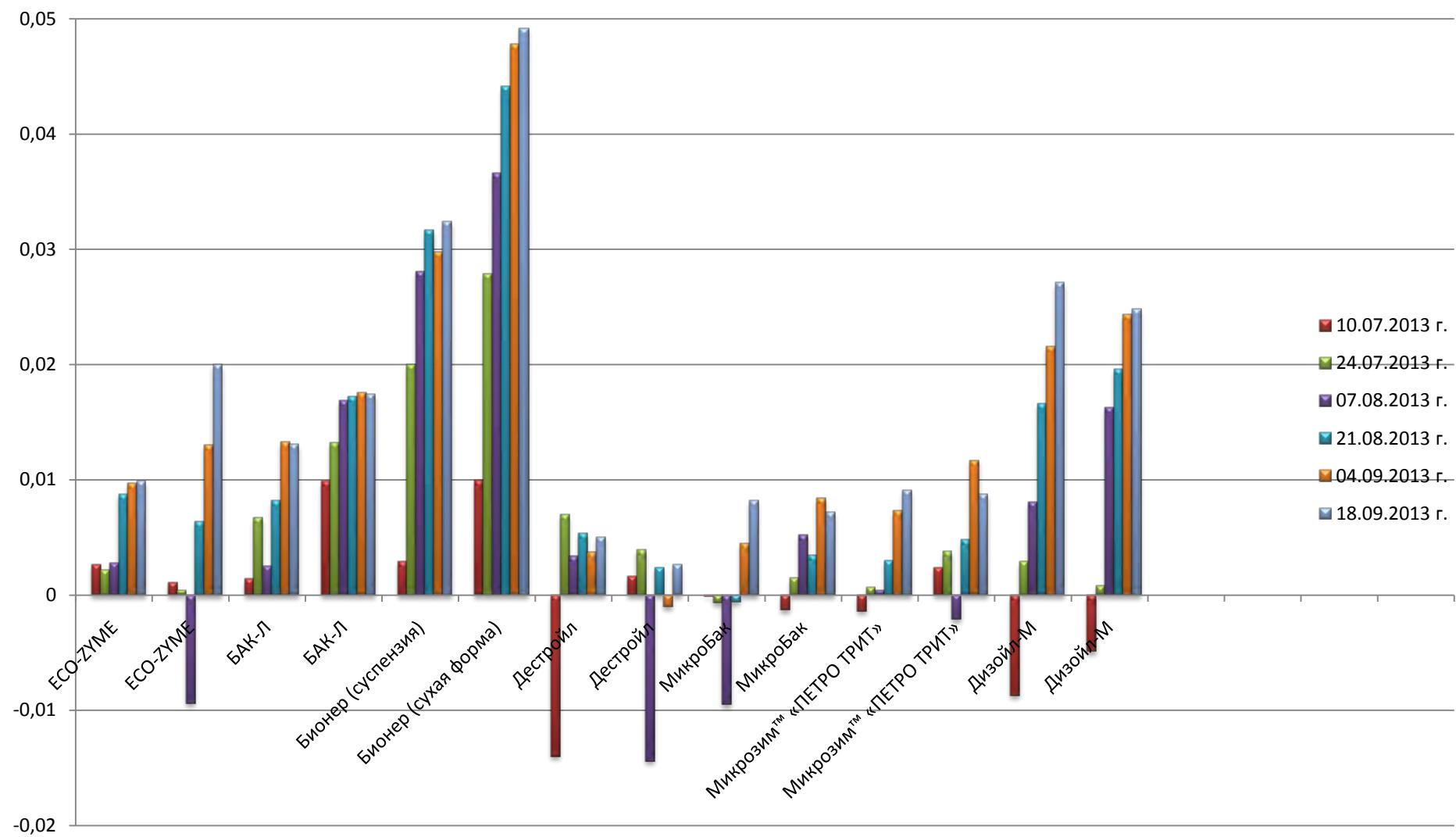


Рис. 6.20. Коэффициент экономической эффективности биопрепаратов на опытных площадках за время проведения опытно-промышленных испытаний

Таблица 6.14.

**Коэффициент экономической эффективности испытуемых биопрепаратов за время проведения опытно-промышленных испытаний**

Наименование биопрепарата	Номера опытных площадок	Количество обработок за сезон	Коэффициент экономической эффективности	
			в конце испытаний (18.09.2013 г.)	среднее значение за весь период ОПИ
«ECO-ZYME»	Б. 1.1.	2	0,001	0,006
	Б. 1.2.	2	0,02	0,008
«БАК-Л»	Б. 2.1.	2	0,013	0,007
	Б. 2.2.	2	0,017	0,015
«Бионер» (водная супензия)	Б. 3.1.	1	0,032	0,024
«Бионер» (сухая форма)	Б. 3.2.	1	0,049	0,036
«Дестройл»	Б. 4.1.	2	0,005	0,0017
	Б. 4.2.	2	0,002	0,0016
«МикроБак»	Б. 5.1.	2	0,008	0,0003
	Б. 5.2.	2	0,007	0,004
Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ»	Б. 6.1.	2	0,009	0,003
	Б. 6.2.	2	0,009	0,005
«Дизойл-М»	Б. 7.1.	2	0,027	0,011
	Б. 7.2.	2	0,025	0,013

Анализ полученных результатов коэффициента экономической эффективности ОПИ показывает, что за весь период испытаний наблюдалось уменьшение или увеличение коэффициента в зависимости от значений КХА биопрепараторов (рисунок 6.20. таблица 6.14.). Статистически значимые значения увеличения коэффициента экономической эффективности за весь период ОПИ отмечены у биопрепараторов – «Бионер» (сухая форма) и «Бионер» (водная супензия). У биопрепарата «Дизойл-М» статистически значимые тенденции увеличения коэффициента экономической эффективности отмечены через 1 месяц после начала ОПИ. На опытной площадке Б. 2.2. биопрепарата «БАК-Л» также отмечена стабильная тенденция увеличения коэффициента экономической эффективности за весь период ОПИ, а на второй опытной площадке данная тенденция не наблюдается. Статистически значимые изменения биопрепарата «ECO-ZYME», «МикроБак» (опытная площадка Б. 5.1.), Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ» (опытная площадка Б. 6.1.) отмечены во второй половине опытно-промышленных испытаний с 07.08.2013 г. по 18.09.2013 г. У биопрепарата «Дестройл» и на остальных опытных площадках испытуемых биопрепараторов наблюдаются скачкообразные изменения данных коэффициента экономической эффективности, и не отмечены статистически значимые изменения.

Результаты испытаний позволяют сделать следующий вывод, что наибольшее значение коэффициента экономической эффективности наблюдается у биопрепарата «Бионер» (сухая форма) – 0,049 – в конце испытания, и 0,036 в среднем за весь период ОПИ. Второй результат у биопрепарата «Бионер» (водная супензия) - 0,032 (в конце ОПИ) и 0,024 (среднее значение за время ОПИ). Третий – биопрепаратор «Дизойл-М» - 0,27 (в конце ОПИ) и 0,013 (среднее значение за время ОПИ). Остальные биопрепараторы показали меньшие значения коэффициента экономической эффективности.

## ВЫВОДЫ

Полученные в процессе проведения работ данные по содержанию нефтепродуктов в почве и их динамике, мониторингу климатических условий позволяют сделать следующие выводы:

1. Глубина проникновения нефти и ее компонентов зависит от ряда факторов: гранулометрического состава почв, степени их нарушенности (естественные почвы, насыпные грунты), уровня грунтовых вод в момент разлива и амплитуды его колебаний в течение года, объема выброса, интенсивности разлива и количества несобранной нефти, уровня обводнения нефти, сезона и давности разлива, уклона местности, выраженности микрорельефа, эффективности мероприятий применяющихся для сбора нефти, и т.д.

Соответственно все данные полученные в результате проведенных исследований могут быть использованы только в отношении торфяных почв конкретной территории, при климатических условиях сопутствующих опытно-промышленным испытаниям и старым разливом нефтепродуктов, характерного для участка ОПИ.

Разлив нефтепродуктов на территории участка опытно-промышленных испытаний произошел из шламового амбара. В данном случае имеет место учета веществ, отличных от нефтепродуктов, обычно присутствующих в шламовом амбаре.

2. Отмечена положительная корреляция температурного режима почвы, воздуха и интенсивности биологического разложения нефтепродуктов. Продолжительность вегетационного периода и сумма положительных температур оказывает значительное влияние на скорость разложения нефтепродуктов.

При аварийных разливах нефть быстро растекается по поверхности, проникновение в почву достигает не более 20 см и основное ее количество (90 %) находится в 15-сантиметровом слое. В переувлажненных торфянисто-глеевых почвах распределение нефти имеет ряд особенностей. Самая высокая концентрация остаточного нефтепродукта наблюдается в верхнем 5-сантиметровом слое, но большее содержание нефти отмечается на границе между торфяным и минеральным слоем на глубине 8-17 сантиметров. Все теоретические обоснования миграционных способностей нефти и ее разложения подтвердились практическими данными, которые были получены в ходе исследования образцов почвы на опытных площадках.

3. Лабораторные микробиологические исследования показали, что наибольшая численность углеводородокисляющих микроорганизмов выявлена в биологических препаратах «МикроБак» (сухая форма), «Бионер» (водная суспензия и сухая форма), Микрозим™ «ПЕТРО ТРИТ» -  $1,9 \times 10^9 - 1,1 \times 10^{10}$  КОЕ/г.

4. Исследования биопрепаратов на соответствие требованиям Технических условий на их изготовление показали, что все биопрепараты участвующие в испытаниях соответствуют заявленным требованиям по Техническим условиям на их изготовление.

5. Все исследуемые биологические препараты показали положительный результат в ходе опытно-промышленных испытаний и способствовали ускорению разложения нефтепродуктов в торфяных почвах. Различия в концентрации нефтепродуктов в образах почвы являются биологически обусловленными свойствами исследуемых биопрепаратов и механизмом их действия. Активность биопрепаратов доказана динамикой разложения нефтепродуктов в почве. В целом скорость и направленность изменения нефти в почвах, ее деградация определялась влиянием трех основных факторов: микробиологического, физического и химического.

6. Скорость и динамика изменений содержания нефтепродуктов в почвенных образцах опытных площадок различались в зависимости от биологических свойств внесенных биопрепаратов. Механизм действия биопрепаратов определял динамику содержания нефтепродуктов. Наибольшая активность биоразложения нефтепродуктов наблюдается у биопрепаратов «Бионер» (сухая форма) – 36 %, «Бионер» (водная суспензия) – 25 %. Стабильным ходом биологического разложения нефтепродуктов

отличается биопрепарат «Бионер» (сухая форма). Согласно полученным конечным результатам содержания нефтепродуктов в почвах биопрепараты «Бионер» (сухая форма и водная суспензия) являются более эффективными в биологическом отношении на первом году внесения этих биопрепаратов.

7. Экономическая эффективность использования биологических препаратов определяется всеми затратами понесенными при его использовании и может быть определена с учетом следующих показателей – стоимость биопрепарата, дозы и количество внесений за сезон, сроки внесения, количество агромелиоративных работ за сезон, условия транспортировки и хранения биопрепарата, особенности его активации, особенности поддержания микросреды на нефтезагрязненном участке. С учетом данных показателей наиболее экономически эффективным (по данным за 1 год исследования) является биопрепарат «Бионер» (сухая форма).

8. Для оценки содержания нефтепродуктов в почвах целесообразно использовать различные методы определения концентрации нефтепродуктов – ИК-спектрометрия, флуориметрия, газовой хроматографии. Это дает возможность выполнить более точный анализ содержания нефтепродуктов, определить состав углеводородов в почве. ИК-фотометры не определяют моно-бициклические ароматические углеводороды. В природе, особенно в болотистых краях, высокий природный "фон" нефтепродуктов в почве, которые определяются на ИК-фотометрах как нефтепродукты и не определяются методом флуориметрии.

9. Для определения целесообразности использования биопрепаратов (с учетом их биологической и экономической эффективности) в данных природных условиях необходимо проведение долгосрочных испытаний с различными условиями и технологиями их проведения. В качестве предложения возможно организовать несколько вариантов исследований: 1 – проведение долгосрочных наблюдений за участками, т.е. в первый год – внесение + дальнейшее наблюдение; 2 - проведение долгосрочных наблюдений за участками, ежегодное внесение + дальнейшее наблюдение; 3 – контрольные участки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Атлас ХМАО-Югры: Природа. Экология. Том II, Ханты-Мансийск - Москва, 2004.
2. Благодатская В.М., Уткина Л.И., Уткин И.С. Биология и систематика конкретных групп микроорганизмов (дрожжи рода *Candida* Berkout). - Пущино, 1980, 125 с.
3. Будыко М.И. Тепловой и водный режим земной поверхности // Советская география. – М., 1960. – С. 278–288.
4. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. – Москва: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2004, 162 с.
5. Каталог штаммов алканотрофных микроорганизмов. – Москва: «Наука» РАН ИГЭМ, 1994, 163 с.
6. Краткий определитель бактерий Берги / Под редакцией Дж. Хоулта. - Москва: «Мир», 1980, 485 с.
7. Лезин В.А., Тюлькова Л.А. Озера Среднего Приобья.– Тюмень: ТГУ, 1994. – 288с.
8. Мотовкина Н.С., Артемкин В.Д. Атлас по микробиологии и вирусологии. – Москва: «Медицина», 1976, 311с.
9. Овечкина Е. С., Шор Е. Л. Полевые методы изучения экосистем Нижневартовского района: учебно-методическое пособие. 2-е изд., перераб. и дополн. – Нижневартовск: Изд-во «Приобье», 2004. – 128 с.
10. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе. Вып. 1, 1996 г. – Нижневартовск, 1997. – 101 с.
11. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования. / Под редакцией М.О. Биргера. – Москва: «Медицина», 1967.
12. Типовой проект рекультивации загрязненных земель на территории деятельности нефтегазодобывающих предприятий группы «ТНК-ВР» в ХМАО-Югре. / В 3 томах – М: ООО «ЮРД-центр», 2011,
13. Фрайштат Д.М. Реактивы и препараты для микроскопии. Справочник. «Химия». - Москва, 1980, 476 с.
14. Хренов В.Я. Почвы Тюменской области: словарь-справочник. – Екатеринбург, 2002. – 156 с.
15. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В.В. Плотникова. – Тюмень, 1997. – 288 с.