



# ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Апрель 2014 г.

№ 4

Издается с 1993 г.  
Выходит 12 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

- Ященко И.Г., Перемитина Т.О., Лучкова С.В. Комплексная оценка экологических рисков аварийных разливов нефти ..... 5
- Губайдуллин М.Г., Крайнева О.В. Экспертная оценка потенциального воздействия нефти на геологическую среду прибрежной зоны юго-восточной части Баренцева моря ..... 9

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

- Оразбаева К.Н., Клеванный К.А., Утенова Б.Е., Курмангазиева Л.Т., Оразбаев Б.Б. Применение методов математического моделирования при решении экологических задач казахстанского сектора Каспийского моря ..... 14
- Клеванный К.А., Оразбаев Б.Б., Оразбаева К.Н., Кенжегалиев А., Курмангазиева Л.Т., Утенова Б.Е. Разработка моделей Северного Каспия для расчета распространения нефти с применением программного комплекса CARDINAL ..... 20

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

- Гусейнова Л.В. Разработка экстракционного процесса очистки сточных вод от гидрофобных органических растворителей ..... 30
- Петрова А.В., Губайдуллин М.Г. Обоснование возможности применения сточных вод для технических целей на Архангельской нефтебазе ..... 35

### СОРБЦИОННАЯ УГЛЕВОДОРОДНАЯ ОЧИСТКА СРЕД ОТ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ

- Лютюев А.А., Смирнов Ю.Г., Ивенина И.В. Извлечение эмульгированных примесей нефти из воды при помощи высокодисперсных частиц магнетита ..... 40
- Гонопольский А.М., Кудрявцев С.А., Стомпель С.И., Ладыгин К.В. Экспериментальные исследования процесса ультразвуковой очистки обратноосмотических мембран ..... 45
- Мелкозеров В.М., Барышев С.И., Васильев С.И., Журавлев Д.Н. Анализ влияния сорбционной обработки загрязненной нефтепродуктами почвы на развитие аборигенной микрофлоры ..... 50
- Информационные сведения о статьях ..... 56

## Информационные сведения о статьях

УДК 502.33

### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ (с. 5)

**Ирина Германовна Ященко**, канд. геол.-минер. наук,  
**Татьяна Олеговна Перемитина**, канд. техн. наук,  
**Софья Викторовна Лучкова**, аспирантка

ФГБУ науки «Институт химии нефти СО РАН» – ИХН СО РАН  
634021, Россия., г. Томск, просп. Академический, 4.  
Тел./факс: (3822) 492-227.  
E-mail: peremitinat@mail.ru

На нефтедобывающих территориях Западной Сибири неблагоприятное воздействие на состояние окружающей природной среды оказывают многочисленные антропогенные факторы, среди которых – функционирование объектов нефтедобывающих, топливно-энергетических и промышленных комплексов, удовлетворение хозяйственно-бытовых и транспортных нужд населения и возникновение чрезвычайных ситуаций. В данной статье проведена классификация и сформирован перечень экологических рисков, возникающих при транспортировке нефти. Рассмотрены различные аспекты получения комплексной оценки экологического риска. В силу особенностей исследуемой территории Западной Сибири (заболоченность, труднодоступность, отсутствие возможностей проведения наземных исследований, низкий уровень инфраструктуры развития) предложена методика оценки экологических рисков, вызванных нефтяными разливами. Методика основана на применении данных дистанционного зондирования Земли. По космическим снимкам Landsat для территорий Самотлорского и Ватинского месторождений рассчитаны значения нормализованного вегетационного индекса. Получена количественная оценка состояния и изменения во времени нефтезагрязненного растительного покрова на основе нормализованного вегетационного индекса.

**Ключевые слова:** экологический риск; нефтеразливы; космические снимки; нормализованный вегетационный индекс; оценка воздействия.

УДК 553.982.2

### ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТИ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (с. 9)

**Марсель Галиулович Губайдуллин**, д-р геол.-минер. наук, профессор,  
**Олеся Владимировна Крайнева**, аспирантка

ФГБОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»  
163002, Россия, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 14.  
Тел./факс: (8182) 21-89-44.  
E-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

Представлены результаты проведения экспертной оценки потенциального воздействия нефти на геологическую среду прибрежной зоны юго-восточной части Баренцева моря. Методом парного сравнения влияющих факторов, в качестве которых приняты физико-химические характеристики нефти, установлены весовые коэффициенты, позволившие уточнить разработанную методику интегральной оценки воздействия нефтей на окружающую среду. По результатам анализа проведено районирование прибрежной зоны Баренцева моря в пределах нефтетранспортной сети по степени потенциальной опасности нефти в случае ее разлива, исходя из особенностей ее химического состава и физических свойств, значительное разнообразие которых характерно для исследуемого региона.

Применение весовых коэффициентов позволило учесть самовосстановительную способность геосистем прибрежной зоны Баренцева моря, а также токсичность и опасность для геологической среды различных по составу и свойствам нефтей. В результате учета весовых коэффициентов количество участков с высоким уровнем потенциальной опасности увеличилось на 30 %.

**Ключевые слова:** компонентный состав нефти; методика экспертной оценки; районирование территории по потенциальной опасности нефтезагрязнения.

УДК 665.63: 51.001.57

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАЗАХСТАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ (с. 14)

**Кульман Нахановна Оразбаева**, д-р техн. наук<sup>1</sup>  
Тел./факс: (712-2) 99-61-23 / 25-46-54.  
E-mail: kulman\_o@mail.ru;

**Константин Алексеевич Клеванный**, д-р физ.-мат. наук<sup>2</sup>  
Тел./факс: + 7 (812) 533-10-22.  
E-mail: klevannyu@x-users.ru;

**Балбупе Есенжановна Утенова**, канд. техн. наук<sup>1</sup>  
Тел./факс: (712-2) 36-36-41 / 25-46-54.  
E-mail: b\_e\_utenova@mail.ru;

**Ляйла Таскалиевна Курмангазиева**, канд. техн. наук<sup>3</sup>  
Тел./факс: (712-2) 32-97-27 / 25-46-54.  
E-mail: kurmangaziyeva@mail.ru;

**Батыр Бидайбекович Оразбаев**, д-р техн. наук<sup>1</sup>  
Тел./факс: (712-2) 32-97-27 / 25-46-54.  
E-mail: batyr\_o@mail.ru;

<sup>1</sup>Атырауский институт нефти и газа  
060002, Казахстан, г. Атырау, просп. Азаттык, 1;  
<sup>2</sup>ООО «КАРДИНАЛ Софт»  
192212, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Белградская, 16,  
корп. 2, оф. 27;

<sup>3</sup>Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова  
060002, Казахстан, г. Атырау, ул. Студенческая, 212.

Предлагается эффективный подход к решению задачи распространения нефтяного пятна в условиях Северного Каспия на основе разработки и применения математических моделей. С помощью программного комплекса CARDINAL разрабатывается математическая модель распространения нефти и нефтепродуктов при аварийных разливах в условиях казахстанского сектора Каспийского моря. Разрабатываемые математические модели позволяют прогнозировать распространения нефти при разливе в казахстанском секторе Каспийского моря. Приводятся результаты расчета параметров пятна нефти месторождения Кашаган при различных объемах разлива, проанализированы результаты расчета. С учетом характеристики нефти исследуемого морского месторождения определяются характерные значения нефтяного разлива: продолжительность, диаметр, толщина кругового пятна, скорость растекания в конце первой (инерционной), второй (гравитационно-вязкой) и третьей (поверхностного натяжения) стадий при различных значениях объема разлива.

**Ключевые слова:** математические модели; математическое моделирование; казахстанский сектор Каспийского моря; нефтяной разлив; дрейф нефтяного пятна.

УДК 665.63: 51.001.57

#### **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CARDINAL (с. 20)**

**Константин Алексеевич Клеванный**, д-р физ.-мат. наук<sup>1</sup>  
Тел./факс: + 7 (812) 533-10-22.  
E-mail: klevannyu@x-users.ru;

**Батыр Бидайбекович Оразбаев**, д-р техн. наук<sup>2</sup>  
Тел./факс: (712-2) 32-97-27 / 25-46-54.  
E-mail: batyr\_o@mail.ru;

**Кульман Нахановна Оразбаева**, д-р техн. наук<sup>2</sup>  
Тел./факс: (712-2) 99-61-23 / 25-46-54.  
E-mail: kulman\_o@mail.ru;

**Акимгали Кенжегалиев**, д-р техн. наук<sup>2</sup>  
Тел./факс: (712-2) 36-70-47 / 25-46-54.  
E-mail: Akimgali\_K@mail.ru;

**Ляйла Курмангазиева**, канд. техн. наук<sup>3</sup>  
Тел./факс: (712-2) 32-97-27 / 25-46-54.

E-mail: kurmangaziyeva@mail.ru;

**Балбупе Утенова**, канд. техн. наук<sup>2</sup>  
Тел./факс: (712-2) 36-36-41 / 25-46-54.  
E-mail: b\_e\_utenova@mail.ru

<sup>1</sup>ООО «КАРДИНАЛ Софт»  
192212, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Белградская, 16,  
корп. 2, оф. 27;

<sup>2</sup>Атырауский институт нефти и газа  
060002, Казахстан, г. Атырау, просп. Азаттык, 1;

<sup>3</sup>Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова  
060002, Казахстан, г. Атырау, ул. Студенческая, 212.

Разработаны модели расчета и прогноза распространения нефти и нефтепродуктов при аварийном разливе в условиях Северного Каспия в районе месторождения Кашаган казахстанского сектора Каспийского моря. Локальные гидродинамические модели исследуемого участка Каспия построены с применением программного комплекса CARDINAL. Для учета поля ветра в моделях Северного Каспия использованы данные наблюдений за ветром на 30 станциях побережья Каспийского моря за 2003 г. и данные о ветре за 2013 г. от 17 станций. Для детального моделирования распространения нефти и нефтепродуктов с различными объемами разлива было сделано 5 локальных моделей Северного Каспия с различным сеточным разрешением и различными размерами расчетной области. Все они сфокусированы вокруг острова Д месторождения Кашаган на Северном Каспии. Приведены основные результаты моделирования, определено, что при учете испарения и малой скорости всплытия нефть проникает во всю толщу воды (порядка 3 м), максимум концентраций приходится на глубину около 2 м.

**Ключевые слова:** гидродинамические модели; программный комплекс CARDINAL; поля ветра; локальные модели Северного Каспия.

УДК 61.65.91

#### **РАЗРАБОТКА ЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ГИДРОФОБНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ (с. 30)**

**Лала Вагиф кызы Гусейнова**, канд. хим. наук, доцент

Азербайджанская государственная нефтяная академия  
Az 1010, Азербайджан, г. Баку, просп. Азадлыг, 20.  
Тел.: (+99450) 310-63-40.  
E-mail: aynur\_13@box.az

Важными проблемами очистки сточных вод являются разработка полноценной технологии, выбор приборов и оборудования, аппаратурное оформление, основанные на кинетике процессов очистки, построении равновесной кривой и математической модели, вытекающей из уравнений массопереноса, для расчета аппаратов и всей технологической схемы в целом. Хотя указанные проблемы носят несколько общий характер, каждый раз при решении конкретной задачи приходится сталкиваться с множеством проблем, присущих выбранному методу и технологии очистки.

Очистка сточных вод от различных органических соединений является важной, сложной и многофакторной экологической, экономической и производственной проблемой для многих химических производств.

**Ключевые слова:** сточные воды; адсорбция; экстрагент; гидрофобные органические растворители; межфазная.

### **ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ НА АРХАНГЕЛЬСКОЙ НЕФТЕБАЗЕ (с. 35)**

**Анна Викторовна Петрова**, аспирантка,  
**Марсель Галиулович Губайдуллин**, д-р геол.-минер. наук,  
профессор

ФГБОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова»  
163002, Россия, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17.  
Тел./факс: 8 (8182) 21-89-45.  
E-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

В связи с тем что используемая на предприятии для технических целей речная вода имеет высокие значения общей жесткости, приходится проводить ее предварительную подготовку. После цикла работы в цехе паротеплоснабжения и очистки вода сбрасывается обратно в водный объект. С другой стороны, параметры очищенных сточных вод предприятия удовлетворяют нормам, установленным для водоемов рыбохозяйственного значения и параметрам работы котельных установок.

Предлагается, произведя реконструкцию системы трубопроводов и осуществляя в нее подачу очищенной сточной воды, а также частично замкнув цикл движения технической воды, обеспечить бесперебойную работу котельной. Такое решение позволит уменьшить объем водопотребления, снизить объем сбросов в водный объект, снять нагрузку с натрий-катионитовых фильтров цеха паротеплоснабжения. Рассмотренное решение целесообразно применять на нефтебазах распределительного типа, имеющих на своей территории цех паротеплоснабжения с техническим водозабором и цех очистки промышленных сточных вод.

**Ключевые слова:** замкнутый цикл движения технической воды; содержание; жесткая вода; химводочистка; натрий-катионитовые фильтры; регенерация.

УДК 628.16:537.622

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ ПРИМЕСЕЙ НЕФТИ ИЗ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ ВЫСОКОДИС- ПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ МАГНЕТИТА (с. 40)**

**Александр Анатольевич Лютоев**, аспирант,  
**Юрий Геннадиевич Смирнов**, канд. физ.-мат. наук, доцент,  
**Ирина Владимировна Ивенина**, канд. техн. наук

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»  
169300, Россия, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.  
Тел.: (8216) 77-44-02.  
E-mail: allyutoev@yandex.ru, ysmirnov@ugtu.net

Рассмотрен и обоснован способ извлечения эмульгированных нефтепродуктов из воды при помощи высокодисперсных частиц магнетита и силового воздействия магнитного поля. Предложена конструкция с двойным магнитным разделителем для укрупнения и извлечения омагниченных эмульсий нефти. Проведены эксперименты по очистке пластовой воды с двух нефтяных месторождений с использованием частиц магнетита при различных условиях. Результа-

ты работы показали воздействие таких параметров, как размер частиц, концентрация и компонентный состав вод на эффективность извлечения эмульгированных и растворенных нефтепродуктов в воде. Экспериментально доказана возможность использования высокодисперсных частиц магнетита для очистки пластовых вод от эмульгированных нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** частицы магнетита; магнитный коагесцер; очистка воды от нефти; водонефтяная эмульсия.

УДК 502.36

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРО- ЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ОБРАТНО- ОСМОТИЧЕСКИХ МЕМБРАН (с. 45)**

**Адам Михайлович Гонопольский**, д-р техн. наук, профессор,

**Сергей Александрович Кудрявцев**

ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)»  
105066, Россия, г. Москва, ул. Старая Басманная, 21/4.  
Тел.: 8(499)267-12-69.  
E-mail: amgonopolsky@mail.ru;

**Семен Исаакович Стомпель**, канд. техн. наук,  
**Константин Владимирович Ладыгин**

ООО «Безопасные технологии»  
197342, Россия, г. Санкт-Петербург, пер. Красногвардейский, 15.  
Тел.: +7 (812) 339-04-58.  
E-mail: office@zaobt.ru

Одним из перспективных, но малоизученных методов воздействия на слой загрязнений на обратноосмотической мембране, с целью его удаления является метод, основанный на использовании механических колебаний ультразвукового диапазона. Целью настоящего исследования было изучение влияния ультразвуковой обработки обратноосмотических мембран на их загрязнение в установках очистки зимнего фильтрата полигонов ТБО на лабораторном стенде. Одним из результатов исследования является экспериментально доказанная возможность увеличения периода непрерывной эксплуатации обратноосмотических мембран за счет постоянного ультразвукового сопровождения процесса фильтрации. Вторым результатом является экспериментально доказанная возможность периодической очистки, в течение 1...6 мин, путем ультразвуковой обработки, загрязненных мембран после длительной работы по очистке зимнего фильтрата полигона твердых бытовых отходов.

**Ключевые слова:** обратноосмотическая мембрана; установки очистки фильтрата; твердые бытовые отходы (ТБО); ультразвуковая обработка.

УДК 66.081:502.7

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОРБЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВЫ НА РАЗВИТИЕ АБОРИГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ (с. 50)**

**Владимир Максимович Мелкозеров**,  
**Игорь Евгеньевич Барышев**, аспирант,

---

**Сергей Иванович Васильев**, профессор

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,  
Институт нефти и газа  
660041, Россия, г. Красноярск 41, просп. Свободный, 82/6,  
офис 104.  
Тел./факс: (391) 206-28-71.  
E-mail: s-vasilev1@yandex.ru;

**Дмитрий Николаевич Журавлев**

ООО «Экосорб»  
660074, Россия, г. Красноярск, просп. Киренского, 26.  
Тел./факс: (391) 262-33-67.

Рассмотрены особенности поражения плодородных почв нефтью и нефтепродуктами, возможности самоочищения и самовосстановления почвенной экосистемы и влияние ос-

новных факторов на этот процесс. Проведен анализ эффективности восстановления экосистемы на примере техногенной аварии способами интродукции углеводородокисляющих микроорганизмов, внесения мела, структурообразователя почвы с добавлением смеси аборигенных микроорганизмов, выделенных из почвы опытного участка и выращенных в накопительном режиме на минерально-солевой среде с нефтью и культуры бактерий *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas spp.* Доказано, что внесение в почву полимерного сорбента Униполимер-М сглаживает сезонные колебания температуры почвы, усиливает аэрацию с одновременным накоплением влаги и тем самым увеличивает численность нефтеокисляющих аборигенных микроорганизмов.

**Ключевые слова:** нефтяное загрязнение; биodeградация нефти; способы стимулирования микрофлоры; гетерогенные и углеводородокисляющие микроорганизмы; психрофильные и мезофильные микроорганизмы; полимерный сорбент.