

ISSN 2518-170X (Online),  
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР  
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ  
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES  
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

**5 (425)**

ҚЫРҚҮЙЕК – ҚАЗАН 2017 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.  
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

**И.К. Бейсембетов**

Бас редакторының орынбасары

**Жолтаев Г.Ж.** проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Қазақстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Қырғыстан)  
**Беспәев Х.А.** проф. (Қазақстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (АҚШ)  
**Ерғалиев Г.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Қазақстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Қазақстан)  
**Қожахметов С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Ресей)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Ресей)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мұхамеджанов М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Қазақстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (АҚШ)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. э. н., профессор, академик НАН РК

**И. К. Бейсембетов**

Заместитель главного редактора

**Жолтаев Г.Ж.** проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Казахстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Азербайджан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Кыргызстан)  
**Беспаяев Х.А.** проф. (Казахстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Таджикистан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (США)  
**Ергалиев Г.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Казахстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Казахстан)  
**Кожамметов С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Россия)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Россия)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Мухамеджанов М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Казахстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (США)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

**I. K. Beisembetov**

Deputy editor in chief

**Zholtayev G.Zh.** prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abakanov T.D.** prof. (Kazakhstan)  
**Abisheva Z.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Agabekov V.Ye.** academician (Belarus)  
**Aliyev T.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Bakirov A.B.** prof., (Kyrgyzstan)  
**Bespayev Kh.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Bishimbayev V.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Buktukov N.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bulat A.F.** prof., academician (Ukraine)  
**Ganiyev I.N.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Gravis R.M.** prof. (USA)  
**Yergaliev G.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhukov N.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Kenzhaliyev B.K.** prof. (Kazakhstan)  
**Kozhakhmetov S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kontorovich A.Ye.** prof., academician (Russia)  
**Kurskeyev A.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kurchavov A.M.** prof., (Russia)  
**Medeu A.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Muhamedzhanov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Nigmatova S.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Ozdoev S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Postolatii V.** prof., academician (Moldova)  
**Rakishev B.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Seitov N.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Seitmuratova Ye.U.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Stepanets V.G.** prof., (Germany)  
**Humphery G.D.** prof. (USA)  
**Steiner M.** prof. (Germany)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.**

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev  
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 425 (2017), 121 – 131

**M. K. Absametov<sup>1</sup>, M. P. Onoshko<sup>2</sup>, L. V. Shagarova<sup>1</sup>, M. M. Muratova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>State Enterprise "SPC on Geology", Minsk, Belarus.

E-mail: igg\_gis-dzz@mail.ru

### **DEVELOPMENT AND USE OF A PILOT EXPERT SYSTEM FOR REHABILITATION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT CONTAMINATED WITH PETROLEUM PRODUCTS**

**Abstract.** The expert system for rehabilitation of the geological environment contaminated with petroleum products was developed based on principles of self-organization in a unified information system of the CIS member states. Participants from Belarus and Kazakhstan on their test sites test the prototype of the system in parallel. The prototype of the expert system enables us to determine the possible contamination sites and the zone of accumulation of pollutants: to calculate the area and radius of oil spreading, as well as the amount of adsorbed contaminant and its concentration in groundwater. The use of the expert system will extend the range of tasks in the field of environmental protection, in the development and implementation of plans for eliminating the consequences of oil pollution, the development of integrated schemes for the regions of intensive extraction of hydrocarbon raw materials in the Republic of Kazakhstan, taking into account environmental risks.

**Keywords:** prototype of the expert system, geological environment, groundwater horizon, oil, oil products.

УДК 504.064: 556.3

**М. К. Абсаметов<sup>1</sup>, М. П. Оношко<sup>2</sup>, Л. В. Шагарова<sup>1</sup>, М. М. Муратова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Государственное предприятие «НПЦ по геологии», Минск, Беларусь

### **РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЛОТНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

**Аннотация.** Разработка экспертной системы по реабилитации геологической среды, загрязненной нефтепродуктами, на основе принципов самоорганизации выполнена в единой информационной системе государств-участников СНГ, при этом тестирование прототипа системы осуществляется участниками из Беларуси и Казахстана параллельно на своих тестовых участках. Прототип экспертной системы позволяет определить возможные территории загрязнения и зоны аккумуляции загрязняющих веществ: рассчитать площадь и радиус распространения нефтепродукта, а также количество адсорбированного и концентрацию загрязнителя, попавшего в грунтовые воды. Использование экспертной системы позволит расширить круг решаемых задач в области охраны окружающей среды, при разработке и реализации планов ликвидации последствий

нефтяных загрязнений, разработке комплексных схем развития регионов интенсивной добычи углеводородного сырья Республики Казахстан с учетом экологических рисков.

**Ключевые слова:** прототип экспертной системы, геологическая среда, горизонт грунтовых вод, нефть, нефтепродукты.

**Введение.** Казахстан является одной из нефтедобывающих стран мира, на территории которого функционируют многочисленные нефтяные компании и интенсивно эксплуатируются природные запасы углеводородного сырья. Антропогенная нагрузка на почвы и грунты способствует загрязнению геологической среды, а в случае аварийных ситуаций миграция нефтепродуктов до грунтовых вод, что недопустимо, так как подземные воды представляют важный стратегический ресурс Республики Казахстан – одной из вододефицитных стран Евразийского континента. По экспертным оценкам, представленных в Концепции по переходу Казахстана к «зеленой экономике», к 2030 году ожидается дефицит воды в размере 13 км<sup>3</sup>, а к 2050 году он может достигнуть величины 20 км<sup>3</sup>, что составляет 70% от потребности в водных ресурсах.

В государственных программах Казахстана по охране окружающей среды и рационального природопользования определены основные направления природоохранной деятельности, поставлены задачи сохранения природных ресурсов и улучшения состояния окружающей среды. Для успешного решения экологических проблем в республике привлечен международный опыт в рамках выполнения совместных программ и проектов. Одним из таких проектов является работа ученых Казахстана и Белоруссии по разработке прототипа экспертной системы реабилитации геологической среды, загрязненной нефтепродуктами, на основе принципов самоорганизации для территорий государств-участников СНГ.

Прототип представляет собой программную реализацию архитектуры экспертной системы, математических моделей и алгоритмов аналитического решения задач по миграции нефти/нефтепродуктов в геологической среде от зоны аэрации до грунтовых вод.

Тестирование системы – один из основных этапов любого программного обеспечения. В широком понимании, тестирование – это одна из техник контроля качества, включающая в себя планирование работ (Test Management), проектирование тестов (Test Design), выполнение тестирования (Test Execution) и анализ полученных результатов (Test Analysis). В данном случае тестирование необходимо для проверки прототипа ЭС на удобство и адекватность интерфейсов ввода-вывода, адекватности и корректности рассчитываемых прогнозов, качества проверочных примеров, корректности базы знаний и возможности ее экспертного наполнения, а также концептуальное тестирование системы в целом.

С учетом того, что ЭС представляет из себя набор взаимосвязанных модулей:

- модуль прогнозирования последствий загрязнения территории в результате аварийного разлива нефтепродуктов,

- модуль оценки результатов прогнозирования с учетом норм ПДК,

- модуль классификации состояния геологической среды на основе оценки результатов прогнозирования последствий инцидента,

- модуль выбора технологий и технических средств реабилитации геологической среды на основе результатов оценки и классификации ее прогнозируемого состояния),

- проведено двухуровневое тестирование системы:

1. Компонентное тестирование (Unit Testing). На этом уровне проверяется функциональность и поиск ошибок в модулях системы, которые могут быть протестированы по-отдельности.

2. Интеграционное тестирование (Integration Testing). Проверяется взаимодействие между модулями системы после проведения компонентного тестирования.

В случае выявления ошибок в подходе и/или реализации прототипа вырабатываются рекомендации по доработке системы.

В качестве объекта тестирования при проверке соответствия между реализованным и ожидаемым поведением системы, осуществляемой на наборе тестов, выбрана территория Первомайской нефтебазы, где проведены мониторинговые исследования, изучены геологические и гидрогеологические особенности, собрана информация, необходимая для моделирования и прогнозирования. Важность выбора данного объекта в качестве тестового определяется тем, что он располагается в

**EGH Техногенные объекты** Текущее время: 11 июля 2017 15:12 Главное меню -  
Последнее обновление: 11.7.2017 10:08

Создать Экспорт-формат

Наименование: Первомайская нефтебаза

Тип техногенного объекта: Нефтебаза

Адрес:

Область: Казахстан-Алматинская

Район: Илийский

Город(населенный пункт),улица,дом: Алматы, Первомайский пер.38

Телефон: +7(727)3842844

Факс:

Электронный адрес: call@sinooil.kz

Объем резервуаров для хранения нефтепродуктов, м<sup>3</sup>:

Наземные: 1000

Подземные: 0

Наличие очистных сооружений:

Для дождевого стока:

Резервуар для сбора проливов:

Дата ввода в эксплуатацию: 01.01.1960

Дата последней реконструкции: 01.01.2016

Географические координаты:

Широта: 43 21 7,00

Долгота: 76 54 59,99

Отобразить карту по координатам

Карта Спутник Вверх

Геологические данные:

Категория земли: Земли промышленности, транспорта, связи,

Грунт: Тест Суглинок

Глубина грунтовых вод, м: 665,00

Высота над уровнем моря, м: 685,00

Изменить Отказаться

EGH © Государственное предприятие "НПЦ по геологии"(Беларусь) & Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (Казахстан)

Рисунок 1 – Тестирование ПЭС, ввод информации по техногенным объектам

Figure 1 – Testing of PES, input of information on technogenic objects

контуре Алма-Атинского месторождения подземных вод. На рисунке 1 приведен интерфейс вкладки задания объекта в качестве техногенного.

В «Земельном кодексе Республики Казахстан» определены следующие категории земель:

- Земли сельскохозяйственного назначения;
- Земли населенных пунктов;
- Земли промышленности, транспорта, связи, для нужд космической деятельности, обороны, национальной безопасности и иного несельскохозяйственного назначения;
- Земли особо охраняемых природных территорий, земли оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения;
- Земли водного фонда;
- Земли запаса.

При этом в нормативных документах РК не установлен и не закреплён максимально допустимый уровень содержания нефти и нефтепродуктов в Казахстане в почвах ни для одной из указанных категорий земель.

Так, в актуальном документе «Гигиенические нормативы к безопасности окружающей среды (почве)», утвержденном Министерством Национальной экономики от 25 июня 2015 года №452, предельно-допустимая концентрация (ПДК) для нефтепродуктов отсутствует. Только в совместном приказе Министра здравоохранения Республики Казахстан от 30 января 2004 года № 99 и Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 27 января 2004 года № 21-п «Об утверждении Нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих почву» определены ПДК нефти отдельных месторождений в количестве 100 мг/кг.

Да, ПДК нефтепродуктов в почвах зависит от многих факторов: типа, состава и свойства почв и грунтов, климатических условий, состава нефтепродуктов и даже от типа растительности. Но ... эти нормативы необходимы в качестве исходных данных для корректной работы прототипа экспертной системы, ведь значение ПДК, устанавливающей безопасный уровень достижения нефтепродукта в грунте, влияет на результаты прогнозирования миграции загрязнения в целом и на выбор технологии очистки нефтезагрязненного грунта в частности.

В Беларуси нормативы ПДК установлены для всех категорий земель. У нас же лишь для воды. Так, в соответствии с Санитарными правилами "Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов" по Приказу Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209 установлена ПДК содержания нефтепродуктов в воде 0,1 мг/л.

С учетом вышеизложенной проблемы, при тестировании прототипа ЭС для Казахстана, рассматривался только прогноз возможностей достижения нефтепродуктами горизонта грунтовых вод и распространения загрязнителя в зонах аэрации.

Для расчета параметров распространения нефтепродуктового загрязнения в геологической среде учитываются физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов, представленные в блоке «Химический состав нефтей» (рисунок 2).

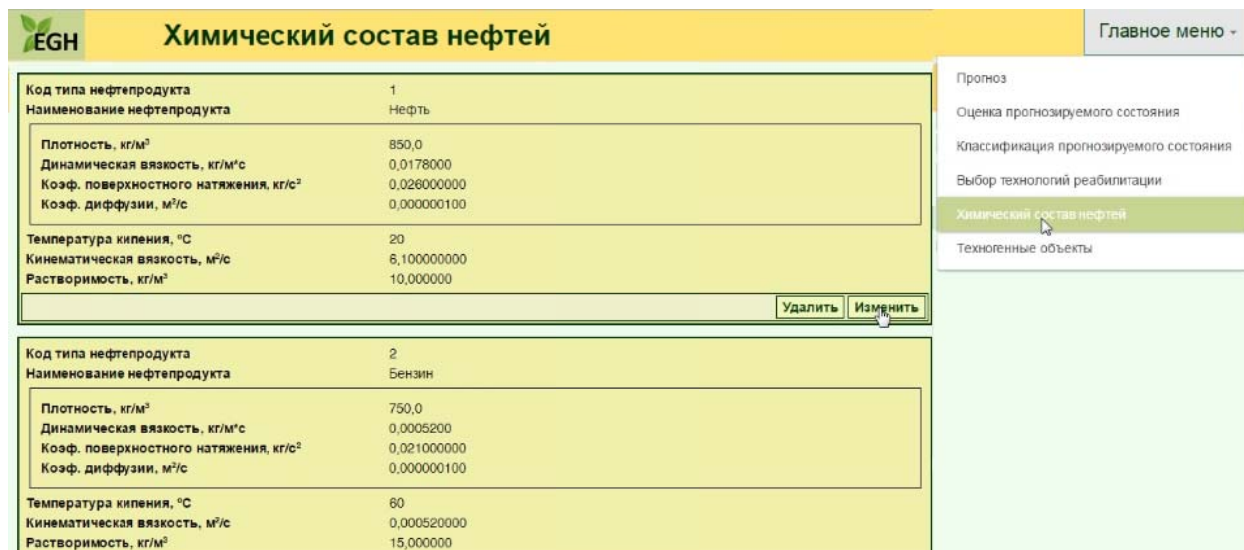


Рисунок 2 – Интерфейс экспертной системы по химическому составу нефти

Figure 2 – The interface of the expert system for the chemical composition of oil

Определение параметров разлива нефти и нефтепродуктов рассчитывается следующим образом:

1. Объем разлива

Для расчета потерянных нефтепродуктов ( $V_{НП}$ ) используется формула 1:

$$V_{НП} = V_r + V_B + V_T, \quad (1)$$



где  $V_T$  – содержание нефтепродуктов в почвогрунте в адсорбированной форме,  $m^3$ ;  $V_B$  – содержание нефтепродуктов в растворенной форме, кг;  $V_T$  – техногенные запасы нефтепродуктов в зоне насыщения (линзе), кг.

Масса утерянных нефтепродуктов в очаге сосредоточения вычисляется по формуле 2:

$$V_T = h_L \cdot F_L \cdot e_a \cdot \eta_0 \cdot \rho_{НП}, \quad (2)$$

где  $h_L$  – средняя мощность зоны насыщения в очаге загрязнения, м;  $F_L$  – площадь линзы нефтепродуктов,  $m^2$ ;  $e_a$  – коэффициент активной пористости почвогрунтов в интервале залегания зоны;  $\eta_0$  – коэффициент нефтенасыщенности грунтов в интервале залегания зоны;  $\rho_{НП}$  – плотность утерянных нефтепродуктов,  $kg/m^3$ .

Содержание нефтепродуктов в растворенной форме определяется по формуле 3:

$$V_B = 10^{-3} \Delta h_{cp} \cdot F_{cp} \cdot e_0 \cdot C_{НП}, \quad (3)$$

где  $\Delta h_{cp}$  – интервал глубины залегания почвогрунтов, в пределах которого определяется содержание растворенных нефтепродуктов, м;  $F_{cp}$  – площадь ореола растворимых нефтепродуктов,  $m^2$ ;  $e_0$  – коэффициент свободной пористости почвогрунтов;  $C_{НП}$  – средняя концентрация растворенных нефтепродуктов,  $mg/dm^3$ .

Содержание нефтепродуктов, адсорбированных на скелете почвогрунтов, определяется по формуле 4:

$$V_T = 10^{-6} \Delta h_T \cdot F_T \cdot \rho_{ск} \cdot C_{НП}(1-e), \quad (4)$$

где  $\Delta h_T$  – интервал глубины залегания почвогрунтов, в пределах которого определяется содержание адсорбированных нефтепродуктов, м;  $F_T$  – площадь подсчета,  $m^2$ ;  $e$  – коэффициент средней пористости почвогрунтов в интервале;  $C_{НП}$  – среднее содержание нефтепродуктов в интервале почвогрунтов,  $mg/kg$ ;  $\rho_{ск}$  – плотность скелета грунта,  $kg/m^3$ .

Расчетные параметры устанавливаются с учетом информации по физико-механическим свойствам почвогрунтов и геометрическим характеристикам области загрязнения.

2. Время миграции загрязнения определяется по формуле 5.

$$T = \frac{Ln_a}{K_{фJ}} \quad (5)$$

где  $L$  – расстояние от очага загрязнения подземных вод, м;  $p_a$  – активная пористость водовмещающих отложений грунтовых вод, м;  $J$  – уклон потока грунтовых вод,  $K_{ф}$  – коэффициент фильтрации.

Совокупность приведенных выше параметров, а также данные, содержащиеся в базе данных экспертной системы, используются для выполнения прогнозных расчетов распространения нефтепродуктового загрязнения.

В случае, когда масса потерянного загрязнителя больше его возможной адсорбированной массы в слоях почвы и грунтов, прогнозируется попадание нефтепродуктов в грунтовые воды, при этом рассчитывается ожидаемая дата достижения нефтепродуктом уровня грунтовых вод через почвенный слой и зону аэрации.

Для каждой контрольной точки в систему введены следующие параметры: географические координаты; абсолютная отметка поверхности контрольной точки в Балтийской системе высот; абсолютная отметка уровня грунтовых вод; литологический состав пород зоны аэрации.

В ходе тестирования системы по имитации разливов нефтепродуктов при разгерметизации резервуара их хранения получены прогнозы последствий аварии. Пример результатов расчетов при разливе нефти в объеме  $1000 m^3$  представлен на рисунке 3.

Пример результатов расчетов при разливе бензина в объеме  $10\,000 m^3$  представлен на рисунке 4.

Пример результатов расчетов при разливе дизельного топлива в объеме  $1000 m^3$  из наземного резервуара представлен на рисунке 5.

Карта стока, характеризующая направление миграции загрязнителя представлена на рисунке 6.

Таким образом, прототип экспертной системы протестирован в виде пилотного проекта на Первомайской нефтебазе.

EGH Прогноз		Текущее время: 12 июля 2017 21:21 Последнее обновление: 11.7.2017 10:08	Главное меню -
<b>ОТЧЕТ-ПРОГНОЗ</b>			
<b>Наземное пятно</b>			
Общие данные			
Плотность нефтепродукта (Тест Нефть ) (кг/м <sup>3</sup> )	850		
Масса пролива (кг)	850000		
Коэффициент разлива (1/м)	5		
Площадь разлива (м <sup>2</sup> )	5000		
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
Радиус разлива (м)	39,89423		
Опорные точки в зоне наземного пятна загрязнения			
ОО-31: координаты: 43,351944 76,916664 расстояние: 0 (м) высота: 665 (м) угол: 0 глубина гр.вод: 665			
Максимальная масса нестеппродукта, кот. может быть адсорбирована гунтом			
Средняя глубина грунтовых вод (м)	665		
Площадь разлива (м <sup>2</sup> )	5000		
Плотность воды	998,29		
Грунт	Тест Суглинок		
Пористость грунта	0,48		
Капиллярная влагоемкость грунта	0,14		
Динамическая вязкость нефтепродукта	0,0178		
Козф. пов. натяжения воды	0,073		
Козф. пов. натяжения нефтепродукта	0,026		
Вязкость воды	0,001003		
Макс. масса НП, кот. может быть адсорбирована грунтом (кг)	19724468224		
Средняя концентация нефтепродукта в грунтах зоны азрации			
Адсорбированная масса нефтепродукта (кг)	850000		
Глубина проникновения нефтепродукта в грунтах (м)	0,03		
Площадь разлива (м <sup>2</sup> )	5000		
Средняя плотность грунта (кг/м <sup>3</sup> )	1750		
Средняя концентация нефтепродукта в грунтах зоны азрации (кг/кг)	3,349754		
Скорость проникновения нефтепродукта в глуть грунта			
Динамическая вязкость нефтепродукта	0,0178		
Плотность воды	998,29		
Вязкость воды	0,001003		
Влажность грунта	0,44		
Капиллярная влагоемкость грунта	0,14		
Плотность нефтепродукта (Тест Нефть ) (кг/м <sup>3</sup> )	850		
Скорость проникновения нефтепродукта в глуть грунта (м/с)	1,86268E-08 = 0,001609355 (м/сут)		
Дата достижения усредненной концентрации нефтепродукта в грунте			
Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	0,03		
Скорость проникновения нефтепродукта в глуть грунта (м/с)	1,86268E-08 = 0,001609355 (м/сут)		
Время достижения усредненной концентрации (с)	1556897 = 18,01964 (сут)		
Дата достижения усредненной концентрации	28.07.2017		
Дата достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом			
Скорость проникновения нефтепродукта в глуть грунта (м/с)	1,86268E-08 = 0,001609355 (м/сут)		
Средняя глубина грунтовых вод (м)	665		
Время достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	----		
Дата достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	----		
Дата достижения максимальной концентрации на уровне грунтовых вод			
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
Пористость грунта	0,48		
Скорость проникновения нефтепродукта в глуть грунта (м/с)	1,86268E-08 = 0,001609355 (м/сут)		
Время довытекания нефтепродукта в грунт (с)	----		
Время достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	----		
Время достижения макс. конц. на уровне грунтовых вод (с)	----		
Дата достижения макс. конц. на уровне гр. вод	----		
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод			
Масса пролива (кг)	850000		
Масса нефтепродукта достигшая уровня грунтовых вод (кг)	0		
Радиус разлива (м)	39,89423		
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
OZ-поправка (м)	0		
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод (кг/м <sup>3</sup> )	0		
<b>Очаг загрязнения грунтовых вод</b>			
Природоохранные объекты			
Средняя глубина грунтовых вод (м)	665		
Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	0,03		
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод (кг/м <sup>3</sup> )	0		
Радиус поиска природоохранных объектов (м)	---		
		<a href="#">Вверх</a>	
		<a href="#">Вниз</a>	

Рисунок 3 – Отчет-прогноз (загрязнитель – нефть)

Figure 3 – The forecast report (pollutant-oil)

EGH Прогноз		Текущее время: 13 июля 2017 16:19 Последнее обновление: 13.7.2017 09:00	Главное меню ▾
Дата инцидента	13.07.2017		
Дата регистрации	13.07.2017		
Тип нефтепродукта	Тест Бензин		
Тип инцидента	Резервуар наземный		
Объем пролива (м³)	10000		
Техногенный объект			
Идентификатор	31		
Наименование	Первомайская 606-009		
Адрес	Алматы, Первомайский пер.38		
Координаты. Широта	43° 21' 40.80"		
Координаты. Долгота	78° 51' 15.79"		
Координаты в градусах	43.36301° 78.85439°		
<input type="button" value="Повторить поиск"/>			
<b>ОТЧЕТ-ПРОГНОЗ</b>			
<b>Наземное пятно</b>			
Общие данные			
Плотность нефтепродукта (Тест Бензин) (кг/м³)	750		
Масса пролива (кг)	750000		
Коэффициент разлива (1/м)	5		
Площадь разлива (м²)	5000		
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
Радиус разлива (м)	39,89423		
Оперикус точки в зоне наземного пятна загрязнения			
OO 31: координаты: 43.36305 78.854385 (расстояние: 0 (м) высота: 681 (м) угол: 0 (градус) радиус: 7,8			
Максимальная масса нефтепродукта, кот. может быть адсорбирована грунтом			
Средняя глубина грунтовых вод (м)	7,8		
Площадь разлива (м²)	5000		
Плотность воды	998,29		
Грунт	Тест Супглинок		
Пористость грунта	0,48		
Капиллярная влагоёмкость грунта	0,14		
Динамическая вязкость нефтепродукта	0,00052		
Коеф. пов. натяжения воды	0,073		
Коеф. пов. натяжения нефтепродукта	0,021		
Вязкость воды	0,001003		
Макс. масса НП, кот. может быть адсорбирована грунтом (кг)	244455		
Средняя концентрация нефтепродукта в грунтах зоны аэрации			
Адсорбированная масса нефтепродукта (кг)	244455		
Глубина проникновения нефтепродукта в грунтах (м)	7,8		
Площадь разлива (м²)	5000		
Средняя плотность грунта (кг/м³)	1750		
Средняя концентрация нефтепродукта в грунтах зоны аэрации (кг/кг)	0,003581708		
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта			
Динамическая вязкость нефтепродукта	0,00052		
Плотность воды	998,29		
Вязкость воды	0,001003		
Влажность грунта	0,11		
Капиллярная влагоёмкость грунта	0,14		
Плотность нефтепродукта (Тест Бензин) (кг/м³)	750		
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	5,625966E-07 = 0,04800835 (м/сут)		
Дата достижения усредненной концентрации нефтепродукта в грунте			
Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	7,8		
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	5,625966E-07 = 0,04800835 (м/сут)		
Время достижения усредненной концентрации (с)	1,386429E+07 = 160,4663 (сут)		
Дата достижения усредненной концентрации	12/20/2017		
Дата достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом			
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	5,625966E-07 = 0,04800835 (м/сут)		
Средняя глубина грунтовых вод (м)	7,8		
Время достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	1,386429E+07 = 160,4663 (сут)		
Дата достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	12/20/2017		
Дата достижения максимальной концентрации на уровне грунтовых вод			
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
Пористость грунта	0,48		
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	5,625966E-07 = 0,04800835 (м/сут)		
Время довытекания нефтепродукта в грунт (с)	740913,6 = 8,571917 (сут)		
Время достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	1,386429E+07 = 160,4663 (сут)		
Время достижения макс. конц. на уровне грунтовых вод (с)	1,402487E+07 = 162,0082 (сут)		
Дата достижения макс. конц. на уровне гр. вод	12/29/2017		
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод			
Масса пролива (кг)	750000		
Масса нефтепродукта достигшая уровня грунтовых вод (кг)	500000,449		
Радиус разлива (м)	39,89423		
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2		
OZ-поправка (м)	0,134812		
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод (кг/м³)	298,2007		
<input type="button" value="Вверх"/>			

Рисунок 4 – Отчет-прогноз (загрязнитель – бензин)

Figure 4 – The forecast report (pollutant - gasoline)



## ОТЧЕТ-ПРОГНОЗ

Максимальная масса нефтепродукта, кот. может быть адсорбирована грунтом

Средняя глубина грунтовых вод (м)	673,1
Площадь разлива (м <sup>2</sup> )	5000
Плотность воды	998,29
Грунт	Тест Суглинок
Пористость грунта	0,48
Капиллярная влагоемкость грунта	0,14
Динамическая вязкость нефтепродукта	0,0032
Козф. пов. натяжения воды	0,073
Козф. пов. натяжения нефтепродукта	0,0308
Вязкость воды	0,001003
Макс. масса НП, кот. может быть адсорбирована грунтом (кг)	544709760

Проникновение в грунт

Адсорбированная масса нефтепродукта (кг)	795000
Масса нефтепродукта достигшая уровня грунтовых вод (кг)	0
Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	0,98

Средняя концентрация нефтепродукта в грунтах зоны аэрации

Адсорбированная масса нефтепродукта (кг)	795000
Глубина проникновения нефтепродукта в грунтах (м)	0,98
Площадь разлива (м <sup>2</sup> )	5000
Средняя плотность грунта (кг/м <sup>3</sup> )	1750
Средняя концентрация нефтепродукта в грунтах зоны аэрации (кг/кг)	0,09252255

Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта

Динамическая вязкость нефтепродукта	0,0032
Плотность воды	998,29
Вязкость воды	0,001003
Влажность грунта	0,44
Капиллярная влагоемкость грунта	0,14
Плотность нефтепродукта (Тест Дизельное топливо) (кг/м <sup>3</sup> )	795
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	9,690726E-08 = 0,008372787 (м/сут)

Дата достижения усредненной концентрации нефтепродукта в грунте

Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	0,98
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	9,690726E-08 = 0,008372787 (м/сут)
Время до достижения усредненной концентрации (с)	1,01334E+07 = 117,2847 (сут)
Дата до достижения усредненной концентрации	06.11.2017

Дата достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом

Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	9,690726E-08 = 0,008372787 (м/сут)
Средняя глубина грунтовых вод (м)	673,13
Время до достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	---
Дата до достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	---

Дата достижения максимальной концентрации на уровне грунтовых вод

Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2
Пористость грунта	0,48
Скорость проникновения нефтепродукта в глубь грунта (м/с)	9,690726E-08 = 0,008372787 (м/сут)
Время до вытекания нефтепродукта в грунт (с)	---
Время до достижения уровня грунтовых вод нефтепродуктом	---
Время до достижения макс. конц. на уровне грунтовых вод (с)	---
Дата до достижения макс. конц. на уровне гр. вод	---

Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод

Масса пролива (кг)	795000
Масса нефтепродукта достигшая уровня грунтовых вод (кг)	0
Радиус разлива (м)	39,89423
Высота слоя пролитого нефтепродукта (м)	0,2
ОЗ-поправка (м)	0
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод (кг/м <sup>3</sup> )	0

## Очаг загрязнения грунтовых вод

Природоохранные объекты

Средняя глубина грунтовых вод (м)	673,1
Глубина проникновения нефтепродукта в грунте (м)	0,98
Максимальная концентрация на уровне грунтовых вод (кг/м <sup>3</sup> )	0
Радиус поиска природоохранных объектов (м)	---

Вверх

Вниз



Рисунок 5 – Отчет-прогноз, загрязнитель дизельное топливо

Figure 5 – Report-forecast, pollutant diesel fuel

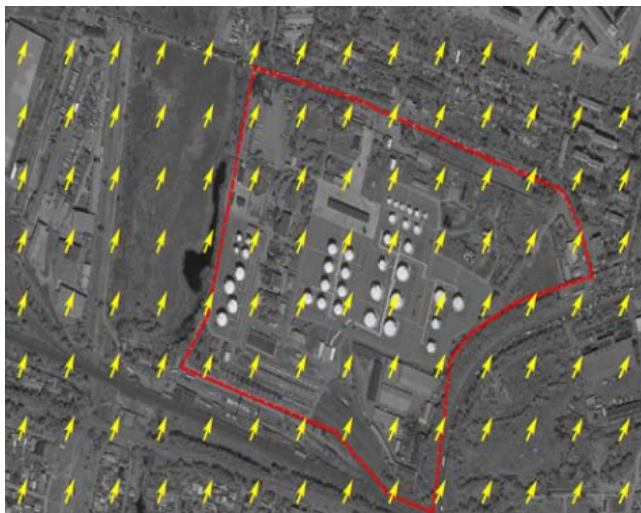


Рисунок 6 – Карта моделирования направления миграции загрязнителя

Figure 6 – Map of modeling the direction of migration of a pollutant

В ходе работ протестированы: математическая модель и полнота перечня прогнозируемых значений, работоспособность модулей прототипа ЭС. Дополнительно проведенное юзабилити-тестирование показало: соответствие дизайна приложения и его функциональности; соответствие цветового оформления с точки зрения восприятия и соответствия палитры цветам, ассоциируемых с благоприятной экологией; удобства навигации по блокам ЭС и использования сервисов.

Прогноз возможностей достижения нефтепродуктами горизонта грунтовых вод и распространения загрязнителя в зонах аэрации и насыщения является одним из необходимых условий для своевременного реагирования с целью обеспечения качества подземных вод и реабилитации геологической среды в случае загрязнения ее нефтепродуктами.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов», утвержден от 30 марта 2015 г. № 13 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 25.04.2015, 8/29808).

[2] Оношко М.П., Мамчик С.О., Хаустов А.П., Черепанский М.М., Томина Н.М., Шагарова Л.В. Экспертная система реабилитации геологической среды, загрязненной нефтепродуктами, на основе принципов самоорганизации // Научный журнал «Литосфера». – Минск, 2016. – №1(44). – С. 92-98.

[3] Шагарова Л.В., Абуова Ш.Д. Об анализе и мониторинге нефтяных загрязнений территории Первомайской нефтебазы // Мат-лы междунар. научной конф. «Роль молодых ученых в развитии науки, инновации и технологий», 19-20 мая 2016 года, Совет молодых ученых Академии наук Республики Таджикистан. – Душанбе: Дониш, 2016. – С. 60-63.

[4] Хаустов А.П. Принципы самоорганизации техногенного загрязнения геологической среды углеводородами. Техногенные процессы в гидролитосфере (идентификация, диагностика, прогноз, управление, оптимизация и автоматизация) // Второй национальный научн. форум «Нарзан-2013» 25.09.2013-27.09.2013 г. – Кисловодск. – Сборник докладов. – Пятигорск: РИА-КМВ, 2013. – С. 356-384.

[5] Шагарова Л.В., Муратова М.М. Особенности миграции нефти в почвах пустынной зоны Казахстана // Первый Евразийский горно-геологический форум – Междунар. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы геологии, геохимии и геофизики, 2-4 февраля 2016 года. – Минск: Государственное предприятие «НПЦ по геологии», 2016. – С. 84-86.

[6] Вагнер А.В., Бухарин С.К., Кочемасов С.Г. и др. Методика прогнозирования объема экологического загрязнения грунтов и грунтовых вод при проливе экологически вредных веществ // ИСБ: Экологический вестник России. – 2004. – № 5.

[7] Shagarova L., Akyzbekova A., Muratova M. On some aspects of development of an expert system for rehabilitation of hydrocarbon-contaminated geological environment // 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, June 18-24, 2015, SGEM 2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-39-1 / ISSN 1314-2704. – Book 5. – Vol. 1. – P. 609-616.

[8] Khaustov A., Redina M. (Peoples' Friendship University of Russia, Moscow), Mamchik S., Onoshko M., Gishkelyuk I. (Research Centre on Geology, Minsk), Absametov M., Shagarova L. (Institute of Hydrogeology and Geoecology, Almaty) IT for the Remediation of the Geological Environment Poluted with the Petroleum Products: Experience of the Kazakh-Belarus Russian Joint Project // SPE Annual Caspian Technical Conference & Exhibition, 46 November 2015, Baku, Azerbaijan. 12 p. SPE-177355-MS, ISBN 978-1-61399-435-1, DOI: 10.2118/177355-MS.

[9] Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь «Об утверждении предельно допустимых концентраций нефтепродуктов в землях (включая почвы) для различных категорий земель» от 12 марта 2012 г. № 17/1.

[10] Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1980. – 132 с.

[11] Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов».

[12] Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577: КОНЦЕПЦИЯ по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». – Астана, 2013. 52 с.

[13] Shagarova L., Muratova M., Abuova S. Application of remote sensing data to monitoring of oil pollution as part of the environmental expert system // 41<sup>st</sup> COSPAR Scientific Assembly, abstracts from the meeting that was to be held 30 July – 7 August at the Istanbul Congress Center (ICC), Turkey, but was cancelled. See <http://cospar2016.tubitak.gov.tr/en/>, Abstract A0.2-13-16.

[14] Akyzbekova Aygul, Assoc. Prof. Dr. Absametov Malis, Phd Shagarova Lyudmila GIS in identifying potential and prospects for the development of renewable energy sources in Kazakhsnan // 15<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015 / Book 4: Energy and Clean Technologies, Volume 1 – Renewable Energy Sources and Clean Technologies, 18–24 June 2015, Albena. P. 265-273. ISBN 978-619-7105-15-5, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2014B41.

[15] Shagarova L., Akyzbekova A., Muratova M. Oil interaction with components of the geological environment // 16<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 June – 28 July 6 Albena, Book 1. Vol. 1. P. 921-928. ISBN 978-619-7105-55-1, ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/SGEM2016/B11/S02.116.

[16] ГН 2.1.5.10-21-2003 «ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 12 декабря 2003 г. № 162 (дополнение – Об утверждении Гигиенических нормативов 2.1.5.10-29-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (дополнение № 1 к ГН 2.1.5.10-21-2003 и ГН 2.1.5.10-20-2003) Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 207).

[17] Khaustov A.P., Redina M.M. Supertoxicants: modeling of their formation and distribution caused by the oil spills on the objects of production and transportation of oil // SPE Russian Oil and Gas Technical Conference and Exhibition 2012. Moscow, 16-18 October 2012. – М., 2012.

[18] Хаустов А.П. Экологическая экспертная система для реабилитации геологической среды от последствий нефтезагрязнений на основе принципов самоорганизации / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 6. – С. 44-50.

[19] Наркевич А.С., Смелов В.В., Бурмакова А.В. Экспертная система прогнозирования последствий разлива нефтепродуктов. Материалы 17-й международной научной конференции, 18–19 мая 2017 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. – Ч. 2. – С. 244-245.

[20] СанПиН 10-124 РБ 99 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19.10.1999 г. № 46.

## REFERENCES

[1] Postanovlenie Ministerstva prirodnykh resursov i okhrany okruzhaiushchei sredy Respubliki Belarus' «On the establishment of water quality standards for surface water bodies», utverzhdn ot 30 marta 2015 g. № 13 (Natsional'nyi pravovoi Internet-portal Respubliki Belarus', 25.04.2015, 8/29808). (in Russ.)

[2] Onoshko M, Mamchik S, Khaustov A, Cherepanskiy M, Tomina N, Shagarova L. Development of expert system of rehabilitation of the geological environment polluted by oil products, on the basis of the principles of self-organization // Lithosphere. Minsk, 2016. N 1(44) P. 92-98.

[3] Shagarova L.V., Abuova Sh.D. On the analysis and monitoring of oil pollution in the territory of the Pervomaysk oil base // Materials of the international scientific conference "The role of young scientists in the development of science, innovation and technology", May 19-20, 2016, the Council of Young Scientists of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Dushanbe: Donish, 2016. P. 60-63. (in Russ.)

[4] Khaustov A.P. Principles of self-organization of technogenic contamination of the geological environment by hydrocarbons. Technogenic processes in the hydrolithosphere (identification, diagnostics, forecasting, management, optimization and automation) // Vtoroi natsional'nyi nauchn. forum «Narzan-2013» 25.09.2013-27.09.2013 g. Kislovodsk. Sbornik dokladov. Piatigorsk: RIA-KMV. P. 356-384. (in Russ.)

[5] Shagarova L.V., Muratova M.M. Peculiarities of oil migration in soils of the desert zone of Kazakhstan // Pervyi Evraziiskii gorno-geologicheskii forum – Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia «Aktual'nye problemy geologii, geokhimii i geofiziki, 2-4 fevralia 2016 goda. Minsk: Gosudarstvennoe predpriatie «NPTS po geologii». 2016. P. 84-86. (in Russ.)

[6] Vagner A.V., Bukharin S.K., Kochemasov S.G. i dr. Method for predicting the volume of environmental contamination of soils and groundwater in the strait of environmentally harmful substances // ISB: Ekologicheskii vestnik Rossii. 2004. N 5. (in Russ.)

[7] Shagarova L., Akyzbekova A., Muratova M. On some aspects of development of an expert system for rehabilitation of hydrocarbon-contaminated geological environment // 15<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015, June 18-24, 2015, SGEM 2015 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-39-1 / ISSN 1314-2704. Book 5. Vol. 1. P. 609-616.

[8] Khaustov A., Redina M. (Peoples' Friendship University of Russia, Moscow), Mamchik S., Onoshko M., Gishkelyuk I. (Research Centre on Geology, Minsk), Absametov M., Shagarova L. (Institute of Hydrogeology and Geoecology, Almaty) IT for the Remediation of the Geological Environment Poluted with the Petroleum Products: Experience of the Kazakh-Belarus Russian Joint Project // SPE Annual Caspian Technical Conference & Exhibition, 46 November 2015, Baku, Azerbaijan. 12 p. SPE-177355-MS, ISBN 978-1-61399-435-1, DOI: 10.2118/177355-MS.

[9] Postanovlenie Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' «Ob utverzhdenii predel'no dopustimykh kontsentratsii nefteproduktov v zemliakh (vključaia pochvy) dlja razlichnykh kategorii zemel'» ot 12 marta 2012 g. № 17/1 (in Russ.)

[10] Methodological recommendations for hydrogeological research and forecasts for monitoring groundwater protection. M.: VSEGINGEO, 1980. 132 p. (in Russ.)

[11] Prikaz Ministra natsional'noi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 16 marta 2015 goda № 209. Sanitary rules "Sanitary and epidemiological requirements for water sources, water intake points for household and drinking purposes, for domestic and drinking water supply and places of cultural and domestic water use and for the safety of water bodies". (in Russ.)

[12] Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 30 maia 2013 goda № 577: CONCEPT on the transition of the Republic of Kazakhstan to the "green economy". Astana, 2013. 52 p. (in Russ.)

[13] Shagarova L., Muratova M., Abuova S. Application of remote sensing data to monitoring of oil pollution as part of the environmental expert system // 41<sup>st</sup> COSPAR Scientific Assembly, abstracts from the meeting that was to be held 30 July – 7 August at the Istanbul Congress Center (ICC), Turkey, but was cancelled. See <http://cospar2016.tubitak.gov.tr/en/>, Abstract A0.2-13-16.

[14] Akyzbekova A., Assoc. Prof. Dr. Absametov M., Phd Shagarova Lyudmila GIS in identifying potential and prospects for the development of renewable energy sources in Kazakhstan // 15<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geo-conference SGEM 2015 /BOOK 4: Energy and Clean Technologies, Vol. 1. – Renewable Energy Sources and Clean Technologies, 18-24 June 2015, Albena. Pp. 265-273. ISBN 978-619-7105-15-5, ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/sgem2014B41.

[15] Shagarova L., Akyzbekova A., Muratova M. Oil interaction with components of the geological environment // 16<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 June 28 – July 6 Albena. Book 1. Vol. 1. P. 921-928 p. ISBN 978-619-7105-55-1, ISSN 1314-2704, DOI:10.5593/SGEM2016/B11/S02.116.

[16] GN 2.1.5.10-21-2003 «MPC of chemical substances in water of water objects of domestic and drinking and cultural and domestic water use», utverzhden postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus' ot 12 dekabria 2003 g. № 162 (dopolnenie – Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov 2.1.5.10-29-2003 «Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) i orientirovochnye dopustimye urovni (ODU) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov khoziaistvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniia») (dopolnenie № 1 k GN 2.1.5.10-21-2003 i GN 2.1.5.10-20-2003) Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus' ot 30 dekabria 2003 g. № 207). (in Russ.)

[17] Khaustov A.P., Redina M.M. Supertoxicants: modeling of their formation and distribution caused by the oil spills on the objects of production and transportation of oil// SPE Russian Oil And Gas Technical Conference And Exhibition 2012. Moscow, 16-18 October 2012. – M., 2012.

[18] Ecological expert system for rehabilitation of the geological environment from the consequences of oil pollution based on the principles of self-organization / A.P. Khaustov, M.M. Redina // Zashchita okruzhaiushchei sredy v neftegazovom komplekse. – 2013. N 6. P. 44-50. (in Russ.)

[19] Narkevich A.S., Smelov V.V., Burmakova A.V. Expert system for forecasting the consequences of spillage of oil products. Materialy 17-i mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, 18–19 maia 2017 g., g. Minsk, Respublika Belarus': v 2 ch. – Ch. 2. – P. 244-245. (in Russ.)

[20] SanPiN 10-124 RB 99 «Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control», utverzhdeny i vvedeny v deistvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus' ot 19.10.1999 g. N 46. (in Russ.)

**М. Қ. Абсаметов<sup>1</sup>, М. П. Оношко<sup>2</sup>, Л. В. Шагарова<sup>1</sup>, М. М. Муратова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>«Геология бойынша ҒӨО» Мемлекеттік кәсіпорын

## **МҰНАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНҒАН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ОРТАНЫ ОҢАЛТУ БОЙЫНША ПИЛОТТЫ САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ**

**Аннотация.** Өзін-өзі ұйымдастыру қағидаттарына негізделген мұнай өнімдерімен ластанған геологиялық ортаны сауықтыру бойынша сараптамалық жүйені әзірлеу ТМД-ға қатысушы мемлекеттердің бірыңғай ақпараттық жүйесінде жасалған, сонымен жүйенің прототипін тестілеуді Беларусь және Қазақстан қатысушылары өздерінің тестілеу аумақтарында дақатарластыра жүзеге асыруда.

Сараптамалық жүйенің прототипі ластану мүмкін деген аудандардың және ластаушы заттардың жиналу белдемдерін анықтау: мұнай өнімінің жайылу ауданы мен радиусын, сондай-ақ грунт суларына түскен ластауыштың сіңірілген мөлшерімен концентрациясын есептеуге мүмкіндік береді.

Сараптамалық жүйені пайдалану, экологиялық тәуекелдерді ескере отырып, Қазақстан Республикасының көмірсутекті шикізатты қарқынды өндіретін аймақтарының дамуының кешенді сұлбасын әзірлеуде, мұнаймен ластану салдарын жою жоспарларын әзірлеуде және оларды жүзеге асыруда, қоршаған ортаны қорғау саласында шешілетін міндеттердің шеңберін кеңейтеді.

**Түйін сөздер:** сараптамалық жүйе, геологиялық орта, мұнай, мұнай өнімдері.

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)**

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 16.10.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,9 п.л. Тираж 300. Заказ 5.