

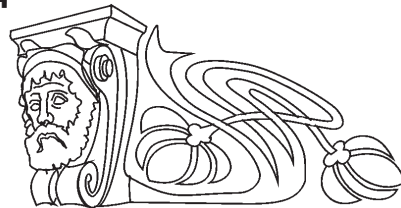


УДК 556.55+627.81

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Д. Э. Самтанова, Л. Х. Сангаджиева

Калмыцкий государственный университет, Элиста
E-mail: lobsan@bk.ru



Представлены результаты физико-химических свойств, анализа гидрохимического состава, анализа на содержание тяжелых металлов, гидрогеохимических показателей минерализованных пластовых вод, расположенных на территории юго-восточной части Республики Калмыкии (РК). Отмечено, что химический состав минерализованных пластовых вод резко изменяет состояние экосистем, приводит к деградации биоценозов и почвенного покрова.

Ключевые слова: минерализованные пластовые воды, засоление почв, техногенез, микроэлементный состав, тяжелые металлы.

Influence of the Mineralized Stratal Waters on Contamination of Soil Cover

D. E. Samtanova, L. H. Sangadzhieva

The results of physical and chemical properties, analysis of hydrochemical composition, analysis on maintenance of heavy metals, hydro-geochemical indicators of the mineralized stratal waters located on territory of south-east part of Republic of Kalmykia are presented. It is marked that chemical composition of the mineralized stratal waters changes the state of ecosystems sharply, results in degradation of biocenosis and soil cover.

Key words: mineralized stratal waters, soil salinization, technogenesis, microelement composition, heavy metals.

На сегодня нет необходимости убеждать кого-либо в том, какое огромное значение для всего человечества играют вопросы, связанные с проблемой охраны окружающей среды. Эта проблема сложна и многопланова. Она включает не только чисто научные аспекты, но и экономические, социальные, политические, правовые, эстетические [1].

При современных способах разработки нефтяных месторождений в процессе добычи, подготовки, транспортировки и использования теряется около 1–16% нефти [2]. Территории нефтеразработок составляют сотни квадратных километров, причем значительная часть их еще не изъята из сельскохозяйственного пользования. Загрязнение природной среды при нефтедобыче и транспортировке нефтепродуктов наносит огромный вред природе и экономике: деградируют сельскохозяйственные угодья, падает урожай-

ность сельскохозяйственных культур, уменьшается продуктивность лесов и лугов, изымаются из хозяйственного оборота значительные площади плодородных земель, загрязняются грунтовые и подземные воды. В то же время для естественного восстановления загрязненных земель требуются сотни, а порой и тысячи лет [3, 4].

Острота проблемы защиты почв и растений от вредного воздействия нефтедобычи и нефтеперерабатывающего производства состоит в том, что нефтедобычей заняты большие территории: нефтегазоносные и перспективные бассейны, по данным Т. И. Артемьевой, занимают более трети суши земного шара [5].

Пластовые воды, добываемые с нефтью и образующие с ней дисперсную систему, содержат, как правило, значительное количество растворимых минеральных солей. Своеобразный солевой и микроэлементный состав пластовых минерализованных вод резко изменяет состояние экосистем, приводит к деградации биоценозов, причем скорость трансформации почвенного комплекса много выше, чем при разливах нефти, а самоочищение идет медленнее [6].

Заметная потеря продуктивности загрязненных земель и быстрая деградация ландшафта определяют необходимость изучения процессов, которые обуславливают их трансформацию.

Целью исследования являлось изучение химического состава и наличия тяжелых металлов в исследуемых пробах пластовых вод и их влияние на почвенный покров.

Объектами исследования являлись пробы вод различных месторождений (Восточно-Камышанское, Комсомольское, Курганное, Калининское и Екатерининское), расположенных на юго-востоке Республики Калмыкия.

Восточно-Камышанское месторождение приурочено к Каспийско-Камышанской структурной ступени, которая осложняет южный склон вала Карпинского. Месторождение разрабатывается с 1972 г. и представляет собой антиклиналь, вытянутую в юго-восточном направлении.



Курганное месторождение приурочено к брахиантиклинали субширотного простирания, осложненной с юга и востока сбросами. Месторождение эксплуатируется с 1972 г.

Калининское месторождение в тектоническом отношении приурочено к одноименному поднятию. Разрабатывается месторождение с 1989 г.

Екатерининское и Комсомольское месторождения в тектоническом отношении входят состав антиклинальной зоны, осложняющей склон вала Карпинского. Эксплуатируются месторождения с 1976 г.

На территории всех нефтяных месторождений юго-востока Республики Калмыкия имеются значительные по площади участки земель, нарушенные при разливе высокоминерализованных вод. Чаще всего загрязнение почвенно-растительного покрова высокоминерализованными водами происходит в результате разлива подтоварной воды, а также воды, используемой в системе поддержания пластового давления. Большинство аварий происходит из-за коррозии на нефтепроводах, пластовая вода обладает агрессивными химическими свойствами, суще-

ственно увеличивающими коррозионный износ.

Засоление почв – процесс накопления в почвах солей (чаще хлоридов и сульфатов натрия, калия и магния, карбонатов), приводящий к образованию солонцеватых и солончаковых почв. Засоление обуславливает резкое изменение свойств почв и вызывает обеднение или перерождение растительного покрова. Повышение концентрации солей в почве в конечном итоге делает невозможным рост растений. Почвенные коллоиды, насыщенные натрием, подвергаются пептизации, почвенные агрегаты распадаются, и физические свойства почвы меняются. Наиболее очевидны изменения плотности, агрегатного и механического состава почв.

На всех этапах необходимо проводить контроль состава среды с помощью лабораторных анализов с установлением точных концентраций основных компонентов. В настоящее время стандартным является шестикомпонентный анализ, который представлен в табл. 1. Карбонат-ион (CO_3^{2-}) во всех пробах воды отсутствует. Также были определены физические свойства и гидрогеохимические показатели исследуемых проб пластовой воды (табл. 2).

Таблица 1

Гидрохимический состав проб вод месторождений

| Месторождение | Плотность, г/см ³ | Ион | | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| | | Cl ⁻ | HCO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ |
| Комсомольское | 1,072 | 59556 | 317,29 | 9,48 | 8200 | 2340 | 25926,6 |
| | | 1680 | 5,2 | 0,2 | 410 | 195 | 1080,4 |
| Курганное | 1,0773 | 117150 | 488,14 | 36,12 | 11000 | 2280 | 61650 |
| | | 3300 | 8 | 0,75 | 550 | 190 | 2568,8 |
| Калининское | 1,0904 | 74445 | 378,31 | 90,64 | 12400 | 6960 | 21794,16 |
| | | 2100 | 6,2 | 1,89 | 620 | 580 | 908,09 |
| Восточно-Камышанское | 1,0788 | 63190 | 256,28 | 59,05 | 7400 | 1680 | 30610,32 |
| | | 1780 | 4,2 | 1,23 | 370 | 140 | 1275,43 |
| Екатерининское | 1,0701 | 51475 | 610,18 | 9,6 | 7500 | 1200 | 23664,8 |
| | | 1450 | 10 | 0,2 | 37,5 | 100 | 985,2 |

Таблица 2

Физические и гидрохимические показатели исследуемых проб вод месторождений

| Месторождение | pH | Минерализация, мг/л | $\frac{\text{Cl}}{\text{SO}_4}$ | $\frac{\text{Na}}{\text{Cl}}$ | $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$ | $\frac{\text{Cl-Na}}{\text{Mg}}$ |
|----------------------|----|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Комсомольское | 5 | 3370,8 | 0,0001 | 0,64 | 1,32 | 3,07 |
| Курганное | 5 | 6617,5 | 0,0003 | 0,78 | 2,34 | 3,85 |
| Калининское | 5 | 4216,18 | 0,001 | 0,43 | 0,07 | 2,06 |
| Восточно-Камышанское | 5 | 3570,8 | 0,0009 | 0,72 | 1,72 | 3,6 |
| Екатерининское | 5 | 2920,4 | 0,0002 | 0,68 | 3,16 | 4,65 |



Пластовые воды исследуемых месторождений юго-восточной части РК относятся к хлоридно-натриевому типу (с минерализацией 3,3–6,7 г/л). В катионном составе этих вод доминирующее положение занимает Na^+ , составляя

до 30,8 г/л в пробе воды Курганного месторождения (см. табл. 1). Среди анионов преобладает Cl^- , концентрации которого достигают 117 г/л также в пробе воды Курганного месторождения (рис. 1).

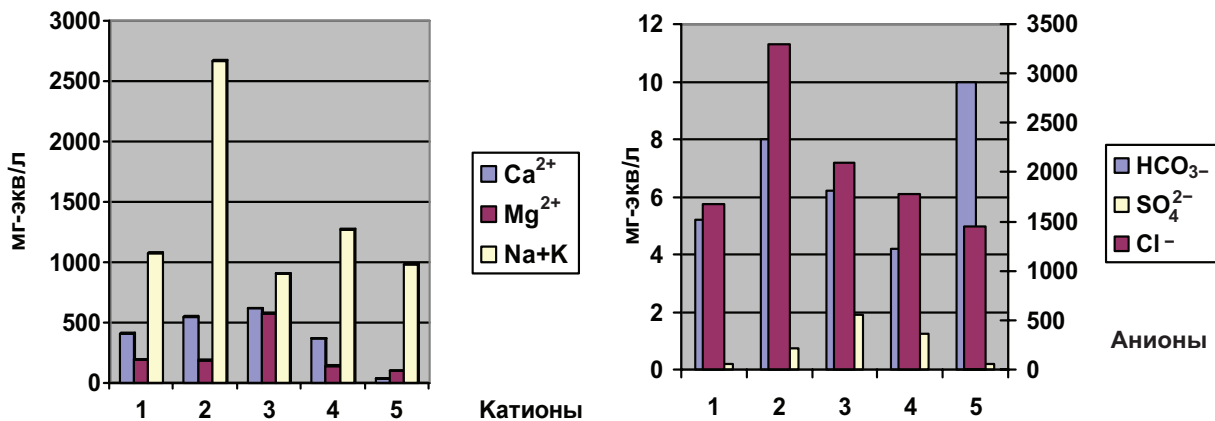


Рис.1. Распределение катионов и анионов (мг-экв/л) в исследуемых пробах воды (1 – Комсомольское, 2 – Курганное, 3 – Калининское, 4 – Восточно-Камышанское, 5 – Екатерининское месторождения)

Доминирование в химическом составе пластовых вод ионов Cl^- и Na^+ делает эти химические элементы важными индикаторами техногенной нагрузки на экосистемы [6]. В процессе добычи нефти в среду с пластовыми и промывными водами попадают соли натрия (особенно NaCl). Содержание ионов натрия достигает 25–35% от суммы поглощенных катионов, в результате чего возникает техногенное солонцевание почв [7].

По результатам исследований мы видим, что превышение таких коэффициентов, как $r\text{Na}/\text{Ca}$, $r\text{Cl}-\text{Na}/\text{Mg}$ наблюдается в пробе воды Екатерининского месторождения (рис. 2). Превышение такого гидрогеохимического коэффициента, как $r\text{Na}/\text{Cl}$ наблюдается в пробе воды Калининского месторождения (рис. 3). А превышение коэффициента $r\text{SO}_4/\text{Cl}$ – в пробе воды Курганного месторождения (рис. 4).

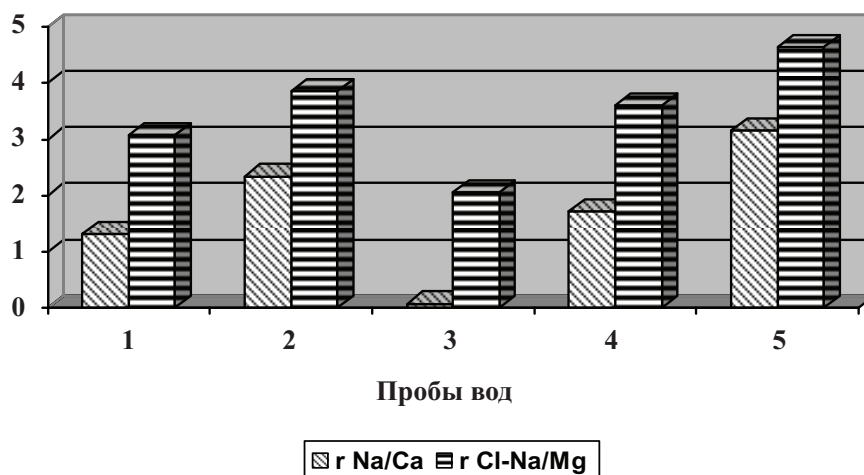


Рис. 2. Распределение гидрогеохимических коэффициентов- $r\text{Na}/\text{Ca}$, $r\text{Cl}-\text{Na}/\text{Mg}$ в исследуемых пробах воды (1 – Комсомольское, 2 – Курганное, 3 – Калининское, 4 – Восточно-Камышанское, 5 – Екатерининское месторождения)

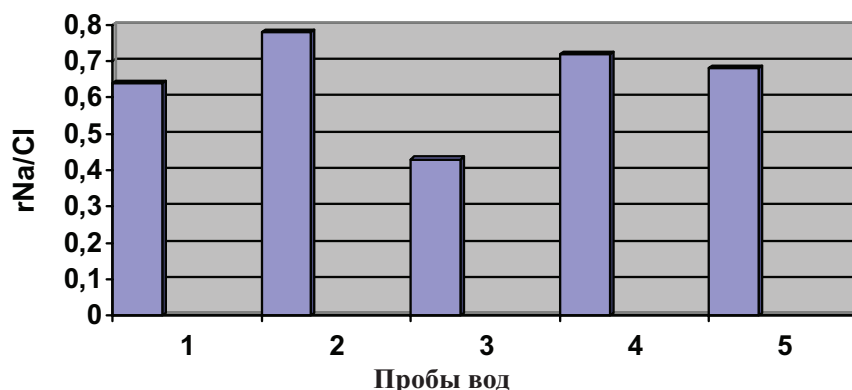


Рис. 3. Распределение гидрогеохимического коэффициента – rNa/Cl в исследуемых пробах воды (1 – Комсомольское, 2 – Курганное, 3 – Калининское, 4 – Восточно-Камышанское, 5 – Екатерининское месторождения)

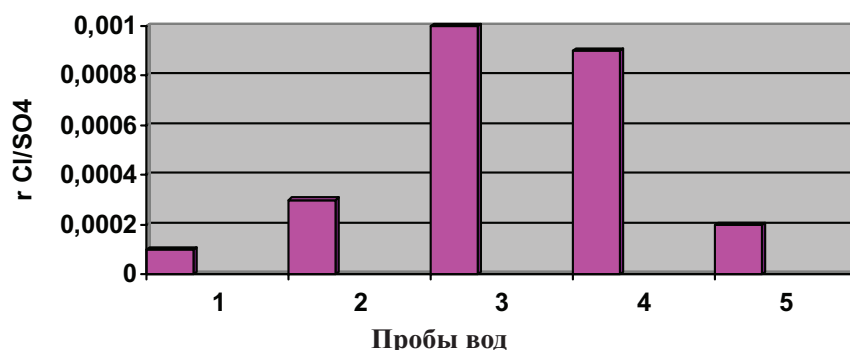


Рис. 4. Распределение гидрогеохимического коэффициента – rSO₄/Cl в исследуемых пробах воды (1 – Комсомольское, 2 – Курганное, 3 – Калининское, 4 – Восточно-Камышанское, 5 – Екатерининское месторождения)

В почву вместе с нефтью и пластовыми водами попадают содержащиеся в них тяжелые металлы.

В последнее время в связи с проблемой загрязнения окружающей природной среды продуктами техногенеза объектом пристального внимания экологического мониторинга стали тяжелые металлы [8].

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к числу приоритетных загрязняющих веществ. Специфическая способность почвы поглощать поступившие из антропогенных источников металлы

и распределять их между свойственными почвам компонентами имеет решающее значение в формировании экологической обстановки на планете [9].

По результатам анализа мы видим, что наибольшее содержание Cd содержится в пробе воды Екатерининского месторождения (табл. 3). Такие ионы, как Pb²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, Cr³⁺ преобладают в пробе воды Комсомольского месторождения. А в пробе воды Восточно-Камышанского месторождения наблюдается наибольшее содержание иона Cu²⁺ (рис. 5).

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в исследуемых пробах воды

| Месторождение | Содержание тяжелых металлов, мг/л | | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Cd | Pb ²⁺ | Cu ²⁺ | Zn ²⁺ | Mn ²⁺ | Cr ³⁺ |
| Комсомольское | 0,094 | 0,480 | 0,204 | 0,492 | 0,996 | 1,080 |
| Екатерининское | 0,123 | 0,414 | 0,168 | 0,198 | 0,522 | 0,984 |
| Курганное | 0,042 | 0,276 | 0,128 | 0,060 | 0,244 | 0,800 |
| Калининское | 0,048 | 0,240 | 0,120 | 0,120 | 0,220 | 0,608 |
| Восточно-Камышанское | 0,050 | 0,275 | 0,385 | 0,395 | 0,255 | 1,000 |
| Среднее значение | 0,071 | 0,337 | 0,201 | 0,253 | 0,447 | 0,894 |

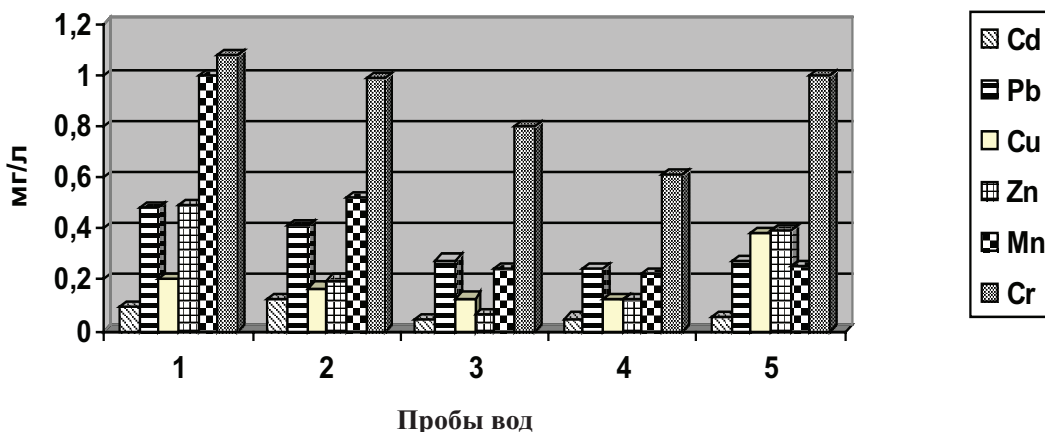


Рис. 5. Содержание тяжелых металлов в исследуемых пробах воды (1 – Комсомольское, 2 – Курганное, 3 – Калининское, 4 – Восточно-Камышанское, 5 – Екатерининское месторождения)

Наибольшее содержание таких показателей, как Pb/Ca, Zn/Ca, Mn/Ca наблюдается в пробе воды Комсомольского месторождения. В пробе воды Восточно-Камышанского месторождения превышен показатель Cr/Ca, а в пробе воды Екатерининского месторождения превышено отношение Cd/Ca (табл. 4).

Трансформация соединений тяжелых металлов, поступающих в почву, включает в себя следующие процессы: растворение, адсорбция катионов тяжелых металлов твердой фазой почв,

образование новой твердой фазы. Основным процессом, контролирующим содержание водорастворимых форм тяжелых металлов в почвах, подверженных техногенному загрязнению, является адсорбционно-десорбционное равновесие.

Концентрация тяжелых металлов в почвенном растворе – наиболее важная экологическая характеристика почвы, поскольку определяет миграцию тяжелых металлов по профилю и поглощение их растениями.

Таблица 4

Относительное распределение тяжелых металлов к иону кальция

| Месторождение | Cd/Ca | Pb/Ca | Cu/Ca | Zn/Ca | Mn/Ca | Cr/Ca |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Комсомольское | 0,011 | 0,059 | 0,025 | 0,06 | 0,12 | 0,13 |
| Екатерининское | 0,016 | 0,055 | 0,022 | 0,03 | 0,07 | 0,13 |
| Курганное | 0,004 | 0,025 | 0,012 | 0,005 | 0,022 | 0,073 |
| Калининское | 0,004 | 0,019 | 0,01 | 0,01 | 0,018 | 0,05 |
| Восточно-Камышанское | 0,007 | 0,037 | 0,052 | 0,053 | 0,034 | 0,14 |

Особенности состава пластовых вод позволяют характеризовать их как непосредственные загрязнители. Отмеченные высокие концентрации некоторых ионов, высокие значения минерализации определяют солевое загрязнение в ходе разлива этих пластовых вод. В условиях природно-климатических изменений Прикаспия, связанных с повышением температуры воздуха, общего количества осадков, развитие процесса засоления неизбежно. Поэтому на данный момент необходимо проводить постоянный экологический мониторинг и разработать подход для решения проблемы засоления почв, происходящего за счет разлива пластовых вод.

Таким образом, по результатам гидрохимического состава во всех исследуемых пробах пластовых вод с юго-восточной части Прикаспия отмечаем преобладание таких ионов, как ионы хлора, кальция, натрия и калия. Наибольшее содержание этих ионов отмечается в пробе пластовой воды Курганного месторождения. Все исследуемые пробы воды были отнесены к типу хлоридно-кальциево-натриевых.

По определению содержания тяжелых металлов в исследуемых пробах воды мы видим, что содержание ионов Cd колеблется в пределах 0,042–0,123 мг/л, среднее значение – 0,071 мг/л. Наибольшее содержание ионов Cd в



пробе воды Екатерининского месторождения. Содержание ионов Pb^{2+} колеблется в пределах 0,240–0,480 мг/л, среднее значение – 0,337 мг/л. Содержание ионов Zn^{2+} колеблется в пределах 0,06–0,492 мг/л, среднее значение – 0,253 мг/л. Содержание ионов Mn^{2+} колеблется в пределах 0,220–0,996 мг/л, среднее значение – 0,447 мг/л. Содержание ионов Cr^{3+} колеблется в пределах 0,608–1,080 мг/л, среднее значение – 0,894 мг/л. Ионы Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} преобладают в пробе воды Комсомольского месторождения. А содержание ионов Cu^{2+} колеблется в пределах от 0,120 до 0,385 мг/л, среднее значение – 0,201 мг/л. И наибольшее содержание ионов Cu^{2+} отмечается в пробе воды Восточно-Камышанского месторождения.

Список литературы

1. Богдановский Г. А. Химическая экология : учеб. пособие. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1994. 237 с.
2. Большаков В. Н., Горчаковский П. П., Добринский Л. Н., Магомедова М. А., Семериков Л. Ф. Биогеоценологические исследования на Ямале // Проблемы антропогенной динамики биогеоценозов. М. : Наука, 1990. С. 72.
3. Андерсон Р. К., Мукатонов А. Х., Бойко Т. Ф. Экологические последствия загрязнения почв нефтью // Экология. 1980. № 2. С. 256–263.
4. Измайлов Н. М., Пиковский Ю. И. Рекультивация земель, загрязненных при добыче и транспортировке нефти и нефтепродуктов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М. : Наука, 1988. С. 220–230.
5. Артемьева Т. И., Жеребцов А. К., Борисович Т. М. Влияние загрязнений почвы нефтью и промышленными сточными водами на комплекс почвенных животных // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем : сб. науч. тр. М. : Наука, 1988. С. 82–98.
6. Гилязов М. Ю., Гайсин И. А., Гайнутдинов М. З. Охрана почв в районах нефтедобычи Татар. АССР // Защита растительности и охрана природы в Татар. АССР. Казань : Татар. кн. изд-во, 1989. С. 28.
7. Кузнецов А. Е. Научные основы экибиотехнологии : учеб. пособие для вузов. М. : Мир, 2006. 504 с.
8. Конторович А. Э., Нестеров И. И., Салманов Ф. К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М. : Недра, 1975. С. 258.
9. Агеев В. Н., Вальков В. Ф., Чешев А. С., Цвильев Е. М. Экологические аспекты плодородия почв Ростовской области. Ростов н/Д : Изд-во СКВШ, 1996. 167 с.

УДК 579.64

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГЕРБИЦИДОМ «ГЕЗАГАРД»

В. В. Олискевич¹, Н. М. Талаловская¹, С. Э. Третьякова¹,
Е. А. Барышникова¹, О. Ю. Ксенофонтова², В. А. Гребенщикова¹,
И. Ю. Андрухина¹, Е. В. Басова¹, М. И. Правдивцева¹,
Ю. А. Живайкина¹, Е. В. Иванова²

¹Научно-исследовательский институт технологий органической и неорганической химии и биотехнологий (НИИТОНХиБТ), Саратов

²Саратовский государственный университет
E-mail: tretse1@mail.ru ksenofontova64@mail.ru

Проведена оптимизация технологий восстановления земель, загрязненных пестицидами, для черноземных почв. Дана оценка эффективности ремедиации почвы при использовании различных технологий. Изучена биологическая активность почвы в условиях загрязнения гербицидом «Гезагард» и определена скорость деградации пестицида при использовании следующих технологических приемов: стимулирование автохтонной микрофлоры агротехническими приемами (рыхление, полив, внесение углеводно-минеральной добавки) и внесение капсулированного и некапсулированного микроорганизма – деструктора пестицида *Pseudomonas putida* П2.

Ключевые слова: технологии биоремедиации, пестицид «Гезагард», прометрин, микроорганизмы деструкторы, рекуль-

тивация земель, загрязнение пестицидами, деструктор *Pseudomonas putida*.

Optimization Technology Bioremediation Agricultural Land of Contaminated of Herbicide «Gezagard»

V. V. Olishevich, N. M. Talalovskaya, S. E. Tretyakova,
E. A. Baryshnikova, O. U. Ksenofontova,
V. A. Grebenshchikova, I. Y. Andryuhina, E. V. Basova,
M. I. Pravdivzheva, U. A. Zhivaikina, E. V. Ivanova

The optimization technology restoring land contaminated by pesticides, for black soil. Assessed the effectiveness of soil remediation

