

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Охрана природы и проблемы природопользования

---

УДК 502.52(479.24)

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-4-7-16

### БИОГЕННЫЕ РЕСУРСЫ АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

*Гасимова А. С., Кейсерухская Ф. Ш., Наджафова С. И., Исмаилов Н. М.*

*Институт микробиологии НАН Азербайджана*

*AZ1004, г. Баку, ул. М. Мушвига, д. 103, Азербайджан*

**Аннотация.** В сравнительном плане оценивается роль микроорганизмов и растительных фитоценозов при самоочищении почвенного покрова Апшеронского полуострова от углеводородных поллютантов. Исследована фитотоксичность проб почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, в отношении тест-культур, численность и биомасса микроорганизмов в этих пробах, ассимиляционная емкость фитоценозов. Выявлено, что процесс полной ассимиляции углеводородных веществ в серо-бурой почве, преобладающей на полуострове, при степени загрязнения 10% может занять порядка 19–23 лет. Количество поглощенных углеводородов фитоценозами региона за период вегетации составляет 55–137 г/га. В ассимиляции углеводородов в почвах определяющая роль принадлежит углеводородокисляющим микроорганизмам. Необходимо разрабатывать и использовать технологии ремедиации почв в управляемом режиме с оптимизацией их физико-химических свойств и повышением ассимиляционной емкости в отношении углеводородных загрязнений.

**Ключевые слова:** Апшеронский полуостров, почвенный покров, загрязнение углеводородами, фитотоксичность, ассимиляционный потенциал, микроорганизмы, фитоценоз.

### BIOGENIC RESOURCES OF THE ASSIMILATION POTENTIAL OF OIL-CONTAMINATED SOILS OF THE ABSHERON PENINSULA

*A. Gasimova, F. Keyseruxskaya, S. Nadjafova, N. Ismaylov*

*Institute of Microbiology, Azerbaijan National Academy of Sciences*

*ul. M. Mushfig 103, AZ 1004 Baku, Azerbaijan*

**Abstract.** The role of microorganisms and plant phytocenoses in self-cleaning of the soil cover of the Absheron Peninsula from hydrocarbon pollutants is compared and estimated. The phytotoxicity of soil samples contaminated with oil and oil products is studied with respect to test cultures, the number and biomass of microorganisms in these samples, and the assimilation capacity of phytocenoses. It is found that the process of complete assimilation of hydrocarbon substances in the

gray-brown soil prevailing in the peninsula, with a degree of pollution of 10%, can be about 19–23 years long. The amount of hydrocarbons absorbed by the phytocenoses of the region during the vegetation period is only in the range of 55–137 g per hectare. In the assimilation of hydrocarbons into gray-brown soils, the determining role belongs to hydrocarbon oxidizing microorganisms. It is necessary to develop and use soil remediation technologies in a controlled manner with optimization of their physicochemical properties and increase of their biogenicity, i.e. assimilation capacity in relation to hydrocarbon contamination.

**Keywords:** Absheron Peninsula, soil cover, contamination with oil, phytotoxicity, assimilation potential, microorganisms, phytocenosis

### Введение

Площадь территории Апшеронского полуострова составляет 222 тыс. га, из них на долю Баку приходится 192 тыс. га или 86,5%<sup>1</sup>. Апшеронский полуостров является проблемным ареалом и отличается критической остротой комплекса геоэкологических проблем [4]. В кризисном состоянии находится земельный фонд, значительная часть территории которого загрязнена нефтью, токсичными отходами химической промышленности, сточными водами. С использованием методов географо-экономического системного подхода был проведен анализ почвенного покрова Апшеронского промышленного региона [16].

За последние десятилетия сильно возросли степень и масштабность загрязнения местных ландшафтов в результате увеличения добычи, транспортировки, переработки и использования нефти и нефтепродуктов. Наиболее интенсивно подвергается загрязнению этими веществами почвенный покров. Загрязненные участки земель распространены по всей территории Апшеронского полуострова (рис. 1), находящейся под постоянным техногенным воздействием [10; 14], что в целом соответствует районам интенсивной нефтедобычи.

По экспертной оценке, полученной в рамках работ *The Caspian Centre for Pollution Control*<sup>2</sup>, на Апшеронском полу-

острове в 2000 г. общая площадь нефтяных месторождений составляла 12521 га, а 5636 га были загрязнены (табл. 1). Вместе с тем научная литература содержит противоречивые данные о площади нефтезагрязненных почв в Апшеронском промышленном регионе. Так, Ш. Кахрамановым показано [6], что на Апшеронском полуострове площадь нефтепромыслов составляет 30 тыс. га, или 13,5%. Согласно данным того же автора, общая площадь загрязненных земель региона – свыше 21 тыс. га, из них общая площадь земель, загрязненных при добыче нефти и газа – 19405 га. В других источниках общая площадь нефтезагрязненных почв в Апшеронском промышленном регионе указывается как 11700 га [8], 7589 га [15], 5 тыс. га [9].

Следует отметить, что нефти апшеронских месторождений как источники загрязнения почвенного покрова различаются по своим физико-химическим характеристикам. Так, расчетная плотность нефти ( $\rho_4^{20}$ ) Сураханского месторождения (0,8488 г/см<sup>3</sup>) отличается от показателя (0,8760 г/см<sup>3</sup>) Балаханского месторождения; соответственно вязкость (при 20°C, сСт) их нефти составляет 20,5 и 13,3 мм<sup>2</sup>/с; содержание парафинов, смол и асфальтенов в нефти также различно: в первой их содержание – 4,6%, 8,0%, 0,0%; во второй – 0,7%, 16,0%, 0,01%. Аналогично, выход фракций (%) составляет до 200°C – 20,4 и 18,1; до 350°C – 42,5 и 50,4

*ronment Programme*, осуществлявшейся рабочими группами из Азербайджана, России, Казахстана и Туркменистана при финансировании со стороны Европейского Союза (проекты *Tacis*).

<sup>1</sup> По данным «Государственного доклада о состоянии природной среды и природоохранной деятельности в Азербайджанской Республике», 2000 г.

<sup>2</sup> См.: *Assessment of Pollution Control Measures Azerbaijan (May 2000)*. Этот отчет был частью *Caspian Envi-*



Рис. 1. Схематическая карта нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова

[12]. Указанные различия в свойствах отражаются на особенностях протекающих

процессов загрязнения и реабилитации (очистки) почв.

Таблица 1

#### Общая площадь нефтяных месторождений на Апшеронских месторождениях

Нефте-газодобывающие участки	Общее кол-во скважин	Кол-во действующих скважин	Территория месторождений, га	Загрязненная территория, га
Балаханы нефть	1668	1175	2865	2155
А. Д. Амиров	727	417	2050	630
Биби-Эйбат	1131	572	817	817
Бинагадынефть	1524	720	3151	1129
Сураханынефть	622	287	1766	905
Г. З. Тагиев	393	180	1872	н. д.
Всего	6065	3351	12521	5636

Ист.: Assessment of Pollution Control Measures Azerbaijan (May 2000)

В настоящее время на территории региона проводятся масштабные мероприятия по реабилитации нефтезагрязненных участков. Как правило, почвы, которые подвергались долговременному загрязнению нефтью (в течение последних 70–80 лет), и очищаются с использованием разнообразных технических, физико-химических, биологических ме-

тодов, в течение еще долгого времени не смогут восстановить своих первоначальных свойств (биоэкологических, биоэнергетических, функции фиксации азота и образования белков, гидрологических и прочих). Это связано с тем, что ни один из используемых методов не позволяет полностью очистить почву как от углеводов – как правило, в почве

остается некоторая часть этих соединений (в пределах 5–10 г/кг или несколько более), в особенности полициклических, так и тяжелых металлов. Последние многие годы после очистки продолжают негативно действовать на физические, химические и биологические свойства почв.

Биологические и агрохимические свойства почв остаются нарушенными даже после очистки от основной части техногенных углеводородов. Для них характерны высокая гидрофобность (в силу своей гидрофобности им свойственна плохая смачиваемость), слабая аэрация, слабый азотный, фосфорный и углеродный обмен, почти полное отсутствие почвенной флоры и фауны, сильное снижение активности почвенных ферментов. В связи с этим, с одной стороны, биологическая продуктивность почвы снижается до минимума, а с другой, эти земли отрицательно влияют на окружающую среду, снижая также биологическую продуктивность почв, находящихся вне непосредственной зоны нефтедобычи. Все это выводит земельные угодья из сельскохозяйственного оборота, поскольку оставляет их практически непригодными для земледелия.

Кроме того, для таких почв характерно слабое воздействие факторов самоочищения [3], определяющих: интенсивность выноса, миграции и рассеивания органических загрязнений; возможность и интенсивность закрепления органических загрязнений; чувствительность ландшафтов к загрязнению и др. Процесс самоочищения почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, определяется прежде всего биогенными факторами – ассимиляционным потенциалом, в котором определяющая роль принадлежит почвенным углеводородоксилирующим микроорганизмам и фитоценозам [2; 5; 7]. Принимая во внимание значимость биогенных факторов на ассимиляционный потенциал почв в процессе их самоочищения от органических поллютантов, цель нашего исследования состояла в

оценке в сравнительном плане значения микроорганизмов и растительных фитоценозов региона в ассимиляционной емкости почв в отношении углеводородных поллютантов.

### **Объект и методы**

Объектом исследования были почвы, загрязненные углеводородами на территории Апшеронского полуострова. Отбор проб почв проводили методом конверта на территории районов Сабунчи, Сураханы, Раманы и Биби-Эйбат. В соответствии с указанной методикой в июне 2017 г. были отобраны 33 пробы почв (в Сабунчи – 11 проб, Сураханы – 10 проб, Раманы – 5 проб, Биби-Эйбат – 7 проб). В отобранных образцах определяли общую численность микроорганизмов, в т.ч. способных разлагать углеводородные субстраты, их биомассу и их ассимиляционный потенциал в отношении углеводородных субстратов [11]. Исследовалась степень их фитотоксичности в отношении высших растений общепринятым методом Гродзинского [4]. В качестве тест-растений использовали кресс-салат и люцерну посевную, в качестве токсического вещества – сырую нефть месторождения Сураханы. Рассчитывали индекс токсичности нефти. Продолжительность опытов для всех исследуемых видов растений составляла 17 суток. Для оценки всхожести семян проводили подсчет доли проросших семян от общего числа испытуемых. Семена, давшие корешки размерами более 1 мм, считали проросшими. Также определяли ассимиляционную емкость фитоценозов региона в отношении углеводородов [13].

### **Результаты и их обсуждение**

Результаты исследований фитотоксичности почвенных образцов, отобранных на территории нефтегазовых месторождений Апшеронского региона, показывают (табл. 2) высокую степень фитотоксичности всех 33-х почвенных образцов. Абсолютная всхожесть ис-

пытуемых семян ячменя и кресс-салата оказалась не выше 25–41%. Результаты исследований показали, что средняя фитотоксичность всех отобранных почвенных образцов составляла 75–61%, что говорит о ее высоком уровне.

Проведенные нами микробиологические анализы также показали, что в

серо-бурых почвах Апшеронского полуострова общая численность микроорганизмов на МПА колеблется в пределах 2,100–2,350 млн/г почвы, а в нефтезагрязненной почве при степени загрязнения 10,0% численность микроорганизмов значительно снижается.

Таблица 2

### Фитотоксичность проб почв, отобранных с 4-х нефтяных месторождений Апшеронского полуострова

Кол-во проб	Абсолютная всхожесть семян, %		Кол-во проб	Абсолютная всхожесть семян, %	
	Люцерна	Кресс-салат		Люцерна	Кресс-салат
	Сабунчи			Биби-Эйбат	
1	25,7	23,5	1	29,3	35,1
2	25,8	22,1	2	28,4	29,3
3	35,5	29,4	3	27,5	28,2
4	36,1	24,3	4	38,7	41,9
5	31,6	31,7	5	41,1	43,4
6	37,8	29,2	6	35,2	34,7
7	38,5	27,9	7	34,6	35,3
8	28,1	29,6	Сураханы		
9	22,4	34,5	1	25,7	28,5
10	29,3	36,2	2	27,9	29,8
11	33,9	29,3	3	29,1	27,8
Раманы			4	31,7	25,5
1	23,5	21,4	5	34,1	26,7
2	25,3	26,7	6	28,4	27,9
3	29,4	29,5	7	30,5	32,1
4	31,9	34,8	8	35,4	36,3
5	34,7	35,3	9	35,7	33,7

Численность углеводородокисляющих микроорганизмов несколько выше в нефтезагрязненной почве по сравнению с чистой (табл. 3). Это может свидетельствовать о структурной перестройке почвенного микробиоценоза при изменении состава углеродного субстрата. Проведенные микробиологические анализы показали, что биомасса углеводородокисляющих бактерий в нефтезагрязненной серо-бурой почве составляет 34–42 кг/га. Для поддержания 1 кг микробной биомассы в течение года (8760 ч) потребуется около 25,03 кг углеводородного субстрата,

а для поддержания этой микробной биомассы в исследуемой почве функциональной активности потребуется в среднем около 850–1050 кг углеводов в год. Следовательно, ассимиляционный потенциал углеводородокисляющих бактерий в серо-бурой почве при степени загрязнения 10% составит 850–1050 кг/год. Но при такой (10%) степени загрязнения в почве в горизонте 0–20 см содержание углеводов может составлять около 200 т (20000 кг). Если условно принять, что эта микробная биомасса углеводородокисляющих бактерий постоянна в течение года

(с учетом регенерации и реутилизации микробных клеток), то она потенциально способна ассимилировать (утилизировать) в год только около 4,25–5,25% от всего количества углеводородного ре-

сурса, которое находится в почве. Таким образом, процесс полной ассимиляции углеводородных веществ в почве может занять порядка 19–23 лет при оптимальных условиях.

Таблица 3

### Численность микроорганизмов в серо-бурой почве Апшеронского полуострова

Показатели	Контроль (незагрязненная почва)	Нефтезагрязненная почва (степень загрязнения 10%)
глубина, см	0–20	0–20
общая численность микроорганизмов, млн/г почвы	2,100–2,350	1320–1420
углеводородоокисляющие микроорганизмы, млн/г почвы	0,431–0,479	0,555–0,672

Вместе с тем известно значение абиогенных факторов на интенсивность процессов самоочищения почв от органических веществ, в том числе температуры, влажности, наличия кислорода и биогенных элементов и др. Именно эти факторы являются ограничителями в реальных условиях аридной зоны апшеронского региона. При нефтяном загрязнении происходит увеличение соотношения  $C : N$ , а недостаток биогенных элементов, неблагоприятный гидротермический режим (превышение температуры при недостатке естественной влажности), наличие нефтяных корок, препятствующих проникновению кислорода воздуха в почвенный слой и прочее, являются факторами, ограничивающими активность углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассимиляционный потенциал серо-бурых почв в отношении углеводородных загрязнений. Для повышения этого природного потенциала необходима разработка технологий – внесение минеральных удобрений, перемешивание для аэрации, искусственное увлажнение и др. мероприятия, которые могут активировать деятельность углеводородоокисляющих микроорганизмов и повысить, таким образом, ассимиляционный потенциал серо-бурых почв в отношении углеводородных загрязнений.

Таким образом, численность микроорганизмов, запасы жизнеспособной биомассы и интенсивность микробиологических процессов в нефтезагрязненной почве Апшеронского полуострова значительно понижена, что указывает на очень ограниченный ассимиляционный потенциал серо-бурых почв в отношении к углеводородным загрязнениям и слабый уровень их способности к самоочищению.

Наряду с микроорганизмами, одним из важных компонентов ассимиляционного потенциала ландшафтов Апшеронского полуострова в отношении углеводородных загрязнений являются фитоценозы. Известна роль высших растений в ассимиляции и детоксикации летучих углеводородов [7]. В этой связи нами проведен системный анализ и рассчитана потенциальная способность фитоценозов Апшеронского полуострова к нейтрализации углеводородных загрязнений в регионе.

В естественном растительном покрове региона преобладающей является эфемерная растительность – эфемеры и эфемероиды, характеризующиеся коротким периодом вегетации. Из интразональных типов следует отметить луговой и чально-луговой тип растительности, представленные, например, верблюжьей

колючкой, солодковым корнем и др. Пустынная растительность на серо-бурых солонцеватых и солончаковых почвах характеризуется крайне скудной продуктивностью надземной массы [1]. Для полынно-поташниковых, полынно-карганных, солянково-поташниковых растительных сообществ запасы надземной массы составляют всего 3–4 ц/га (9–33% от биомассы). Несколько более высоки они в полынно-эфемеровых и карганно-вересковидно-солянковых растительных сообществах (27–35%). Вследствие ясно выраженной солонцеватости и глубинного засоления серо-бурых почв корневая масса растений проникает в почву лишь до глубины 30 см. Биомасса пустынной растительности составляет 14–35 ц/га.

Результаты показали, что в Апшерон-Кобыстанском регионе фитоценозы способны потенциально адсорбировать 0,2–0,5 г/сут (в среднем всеми видами высших растений). Количество поглощенных углеводов фитоценозами за период вегетации (в среднем за 274 дня) составляет всего в пределах 55–137 г/га. При этом надо учитывать, что территории, загрязненные углеводородами, практически лишены какой-либо растительности, а поглощение и детоксикация летучих углеводов, переносимых атмосферными потоками, может иметь место в преобладающем случае только фитоценозами, охватывающими эти загрязненными территориями.

Естественная природная растительность Абшеронского региона скудна: 92,9% – осенне-зимние и весенние эфемеры, 7,1% – деревья и кустарники (инжир, гранат и т. п.). Из общей площади Апшеронского полуострова в 281 тыс. га зеленые насаждения покрывают всего 2700 га. Таким образом, расчеты показывают, что зеленые насаждения региона способны ассимилировать и нейтрализовать только 148–370 кг летучих углеводов в год. Наряду с искусственными насаждениями, около 58 тыс. га или 26,3% от общей площади полуострова за-

нято сельскохозяйственными угодьями. Ассимиляционный потенциал этих сельскохозяйственных угодий в отношении летучих углеводов может составлять 3,2–7,9 т/год. В то же время общее содержание нефтепродуктов в почвах Апшерона составляет 9,3 млн тонн [6]. При этом надо отметить, что загрязнение почвенного покрова серо-бурых почв этого региона имело место за последние 70–80 лет, и за этот период летучие фракции сырой нефти испарились, а в почве остались фракции нефти, которые могут быть ассимилированы только лишь почвенной углеводородокисляющей микрофлорой. Это может свидетельствовать о том, что роль растительной биомассы в разложении летучих фракций сырой нефти крайне незначительна и основная роль в этих процессах на данном этапе загрязнения может принадлежать почвенным углеводородокисляющим микроорганизмам [17; 18].

### Выводы

Впервые для почвенного покрова Апшеронского промышленного региона в сравнительном аспекте оценен ассимиляционный потенциал и скорость самоочищения нефтезагрязненных почв и выявлена определяющая роль почвенных микроорганизмов по сравнению с фитоценозами в этих сложных естественных процессах. Однако принимая во внимание крайне неблагоприятные почвенно-климатические условия региона (высокая степень аридности), необходимо разрабатывать и использовать технологии ремедиации серо-бурых почв в управляемом режиме с оптимизацией физико-химических свойств почв и повышением их биогенности, т. е. ассимиляционной емкости в отношении углеводородных загрязнений. В этих почвах при эффективных мероприятиях может стабилизироваться плодородие.

*Статья поступила в редакцию 26.04.2019*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атамов В. В. Степная растительность Азербайджана. Баку: Элм, 2002. 263 с.
2. Бабаев Э. Р. Микробиологическая деструкция нефти в почвах Апшеронского полуострова // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 11. С. 64–69.
3. Глазовская М. А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям: методическое пособие. М.: МГУ, 1997. 102 с.
4. Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем: теоретические подходы к анализу и методы количественной оценки // Известия АН СССР. Серия географическая. 1987. № 6. С. 5–16.
5. Исмаилов Н. М. Практическая экобиотехнология. Баку: Элм, 2009. 508 с.
6. Кахраманова Ш. Ш. Техногенное загрязнение почв Апшерона. // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2012. № 1. С. 25–30.
7. Квеситадзе Г. И., Хатисашвили Г. А., Садунишвили Т. А., Евстигнеева З. Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. М.: Наука, 2005. 199 с.
8. Мамедов М. Х. Эколого-географическая оценка состояния загрязненных земель на территории староосвоенных месторождений в Апшеронском экономическом районе Азербайджана // Географический вестник. 2015. № 1(32). С. 61–72.
9. Морфогенетические профили почв Азербайджана / Под ред. Ш. Г. Гасанова, А. П. Герайзаде. Баку: Элм, 2014. 202 с.
10. Национальный атлас Республики Азербайджан (на рус., англ. и азерб. языках). Баку: Бакинская картографическая фабрика, 2014. 440 с.
11. Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Академия. 2005. 608 с.
12. Рудин М. Г. Карманный справочник нефтепереработчика. Ленинград: Химия, 1989. 463 с.
13. Угрехелидзе Д. Ш. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. Тбилиси: Мецниереба, 1976. 222 с.
14. Экологический атлас Азербайджанской Республики (на рус. и азерб. языках). Баку: Бакинская картографическая фабрика, 2009. 112 с.
15. Babayev M., Qurbanov E., Həsənov V. Azərbaycan torpaq deqradasiyasə və mühafizəsi. Bakə: Elm, 2010. 216 s.
16. Məmmədov Q. Ş. Azərbaycan torpaqlarənən ekoloji qiymətləndirilməsi. Bakə: Elm, 1988. 281 s.
17. Marinescu M., Lacatusu A., Gament E, Ploeanu G., Carabulea V. Bioremediation Potential of Native Hydrocarbons Degrading Bacteria in Crude Oil Polluted Soil // Bulletin USAMV: Series Agriculture. 2017. Vol. 74. № 1. P. 19–25.
18. Roy A. S., Baruah R., Borah M., Singh A. K., Boruah H. P. D., Saikia N., Deka M., Dutta N., Bora T. C. Bioremediation potential of native hydrocarbon degrading bacterial strains in crude oil contaminated soil under microcosm study // International Biodeterioration & Biodegradation. 2014. Vol. 94. P. 79–89.

## REFERENCES

1. Atamov V. *Stepnaya rastitel'nost' Azerbaidzhana* [Steppe vegetation of Azerbaijan]. Baku, Elm Publ., 2002. 263 p.
2. Babayev E. [Microbiological degradation of oil in soil of Absheron Peninsula]. In: *Territoriya 'NEFT-EGAZ'* [Territory NEFTEGAZ], 2017, no. 11, pp. 64–69.
3. Glazovskaya M. *Metodologicheskie osnovy otsenki ekologo-geokhimicheskoi ustoichivosti pochv k tekhnogennym vozdeistviyam: metodicheskoe posobie* [Methodological foundations for the assessment of ecological-geochemical resistance of soils to anthropogenic impacts: a methodological guide]. Moscow, MGU Publ., 1997. 102 p.
4. Grodzinskii M. [Stability of geosystems: theoretical approaches to the analysis and quantification methods]. In: *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Geographical Series], 1987, no. 6, pp. 5–16.
5. Ismailov N. *Prakticheskaya ekobiotekhnologiya* [Practical ecobiotechnology]. Baku, Elm Publ., 2009. 508 p.
6. Kakhrmanova Sh. [Technogenic pollution of soils of Apsheron]. In: *Akademicheskii vestnik UralNI-Iproekt RAASN* [Academic Bulletin of UralNIIPROJECT Russian Academy of Architecture and Building Sciences], 2012, no. 1, pp. 25–30.



7. Kvesitadze G., Khatishashvili G., Sadunishvili T., Evstigneeva Z. *Metabolizm antropogennykh toksikantov v vysshikh rasteniyakh* [The metabolism of anthropogenic toxicants in higher plants]. Moscow, Nauka Publ., 2005. 199 p.
8. Mamedov M. [Eco-geographical assessment of the status of contaminated land on the site of the old Mature fields in Absheron economic region of Azerbaijan]. In: *Geograficheskii vestnik* [Geographical Bulletin], 2015, no. 1(32), pp. 61–72.
9. Gasanov Sh., Geraizade A., eds. *Morfogeneticheskie profily pochv Azerbaidzhana* [Morphogenetic profiles of soils of Azerbaijan]. Baku, Elm Publ., 2014. 202 p.
10. *Natsional'nyi atlas Azerbaidzhanskoi Respubliki (na rus., angl. i azer. yazykakh)* [National Atlas of the Republic of Azerbaijan (in Russian, English and Azerbaijan languages)]. Baku, Baku Cartographic Factory Publ., 2014. 440 p.
11. Netrusov A., ed. *Praktikum po mikrobiologii* [Practicum on Microbiology]. Moscow, Akademiya Publ., 2005. 608 p.
12. Rudin M. *Karmannyi spravochnik neftepererabotchika* [Pocket guide of an oil refiner]. Leningrad, Khimiya Publ., 1989. 463 p.
13. Ugrekhelidze D. *Metabolizm ekzogenykh alkanov i aromaticheskikh uglevodorodov v rasteniyakh* [Metabolism of exogenous alkanes and aromatic hydrocarbons in plants]. Tbilisi, Metsniereba Publ., 1976. 222 p.
14. *Ekologicheskii atlas Azerbaidzhanskoi Respubliki (na rus. i azer. yazykakh)* [Environmental Atlas of Azerbaijan Republic (russian and azer. lang.)]. Baku, Baku Cartographic Factory Publ., 2009. 112 p.
15. Babayev M., Qurbanov E., Hasanov V. *Azərbaycanda torpaq deqradasiyası və mühafizəsi* [Land degradation and protection in Azerbaijan]. Baku, Elm Publ., 2010. 216 p.
16. Mamedov Q. *Azərbaycan torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi* [Ecological assessment of Azerbaijani lands]. Baku, Elm Publ., 1988. 281 p.
17. Marinescu M., Lacatusu A., Gament E., Ploeanu G., Carabulea V. Bioremediation Potential of Native Hydrocarbons Degrading Bacteria in Crude Oil Polluted Soil. In: *Bulletin USAMV: Series Agriculture*, 2017, vol. 74, no. 1, pp. 19–25.
18. Roy A. S., Baruah R., Borah M., Singh A. K., Boruah H. P. D., Saikia N., Deka M., Dutta N., Bora T. C. Bioremediation potential of native hydrocarbon degrading bacterial strains in crude oil contaminated soil under microcosm study. In: *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2014, vol. 94, pp. 79–89.

---

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гасимова Айгюн Самедовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института микробиологии НАНА;  
e-mail: gasimovaa@inbox.ru

Кейсерухская Фатима Шамиловна – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института микробиологии НАНА;  
e-mail: keyseruxskaya@list.ru

Наджафова Самира Имамеровна – доктор биологических наук, доцент, зав. лабораторией Института микробиологии НАНА;  
e-mail: nadjafovas@yahoo.com

Исмаилов Нариман Мамедович – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института микробиологии НАНА;  
e-mail: ismaylovn@mail.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aygun S. Gasimova – PhD in Biological Sciences, leading researcher at the Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan;  
e-mail: gasimovaa@inbox.ru

Fatima Sh. Keyseruxskaya – PhD in Biological Sciences, leading researcher at the Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan;  
e-mail: keyseruxskaya@list.ru

*Samira I. Nadjafova* – Doctor of Biological sciences, Head at the Laboratory of Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan;  
e-mail: nadjafovas@yahoo.com

*Nariman M. Ismaylov* – Doctor of Biological Sciences, leading researcher at the Institute of Microbiology, National Academy of Sciences of Azerbaijan;  
e-mail: ismaylovn@mail.ru

---

#### ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Биогенные ресурсы ассимиляционного потенциала нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова / А. С. Гасимова, Ф. Ш. Кейсерухская, С. И. Наджаfoва, Н. М. Исмаилов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 4. С. 7–16.

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-4-7-16

#### FOR CITATION

Gasimova A., Keyseruxskaya F., Nadjafova S., Ismaylov N. Biogenic resources of the assimilation potential of oil-contaminated soils of the Absheron peninsula. In: *Bulletin of the Moscow Regional State University, Series: Natural Sciences*, 2019, no. 4, pp. 7–16.

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-4-7-16