

2. Водно-болотные угодья России. Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции / под ред. В. Г. Кривенко. – Москва, 2000. – Т. 3.
3. Жуков М. М. Геоморфология северо-западного Прикаспия / М. М. Жуков // БМОИП. – 1937. – Новая серия, т. 14, отд. Геологич., т. 15, вып. 3.
4. Карандеева М. В. Геоморфология Европейской части СССР / М. В. Карандеева. – Москва, 1957.
5. Брылев В. А. Эволюционная геоморфология юго-востока Русской равнины / В. А. Брылев. – Волгоград : Перемена, 2005. – 351 с.
6. Брылев В. А. Эволюция и геоэкологическое состояние Сарпинских озёр (северная группа) / В. А. Брылев, С. И. Пряхин, А. С. Сергеева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 1. – С. 35–41.
7. Мильков Ф. Н. Физическая география СССР / Ф. Н. Мильков, Н. А. Гвоздецкий. – Москва : Гос. изд-во географич. лит-ры, 1962. – 475 с.
8. Советский Союз. Европейский юго-восток. – Москва : Мысль, 1968. – 798 с.
9. Сергеева А. С. Оценка современного состояния Сарпинских озёр / А. С. Сергеева // Эколого-географические исследования в речных бассейнах : материалы III Международной научно-практической конференции. – Воронеж : ВГПУ, 2009. – С. 250–253.

References

1. Arhipov Ye. M. Monitoring vodnykh biologicheskikh resursov vodoemov Sarpinskoy nizmennosti [Monitoring of water biological resources in the reservoirs of the Sarpinskaya Lowland]. *Otchet Volgogradskogo otdeleniya GosNIORH* [Proceedings of the Volgograd Branch of GosNIORH], Volgograd, 2004, pp. 40.
2. Krivenko V. G. (ed.) *Vodno-bolotnye ugodya Rossii. Vodno-bolotnye ugod'ya, vnesennye v Perspektivnyi spisok Ramsarskoy konventsii* [Wetlands of Russia. Wetlands included in the Perspective List of the Ramsar Convention], Moscow, 2000, vol. 3.
3. Zhukov M. M. Geomorfologiya severo-zapadnogo Prikaspiya [Geomorphology of the north-western Caspian region]. *BMOIP*, 1937, new series, vol. 14, geologich. dep., vol. 15, issue 3.
4. Karandeeva M. V. *Geomorfologiya Yevropeiskoy chasti SSSR* [Geomorphology of the European part of the USSR], Moscow, 1957.
5. Brylev V. A. *Evolutsionnaya geomorfologiya yugo-vostoka Russkoy ravniny* [Evolutionary geomorphology of the southeast of the Russian Plain], Volgograd, Peremena Publ., 2005. 351 p.
6. Brylev V. A., Pryahin S. I., Sergeeva A. S. *Evolutsiya i geoekologicheskoe sostoyanie Sarpinskih ozer (severnaya gruppa)* [Evolution and geoecological state of Sarpinsk lakes (northern group)]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology], 2012, no. 1, pp. 35–41.
7. Milkov F. N., Gvozdetkiy N. A. *Fizicheskaya geografiya SSSR* [Physical geography of the USSR], Moscow, Gos. izd-vo geograficheskoi literatury Publ., 1962. 475 p.
8. *Sovetskiy Soyuz. Yevropeiskiy yugo-vostok* [Soviet Union. The European Southeast], Moscow, Mysl Publ., 1968. 798 p.
9. Sergeeva A. S. *Otsenka sovremennogo sostoyaniya Sarpinskih ozer* [Evaluation of the current state of the Sarpinsky Lakes]. *Ekologo-geograficheskie issledovaniya v rechnykh basseynakh: materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Ecological and geographical studies in river basins. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference], Voronezh, VGPU Publ. House, 2009, pp. 250–253.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Сангаджиева Ольга Станиславовна, кандидат биологических наук, доцент, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: chalga_ls@mail.ru

Даваева Цаган Дорджиевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: chalga_ls@mail.ru

Сангаджиева Людмила Халгаевна, доктор биологических наук, профессор, Калмыцкий государственный университет имени Б. Б. Городовикова, 358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, e-mail: chalga_ls@mail.ru

Для прогнозирования экологической ситуации изучаемой территории необходимо выявлять закономерности между интегральными показателями качества объектов окружающей среды. Черноземельский район Республики Калмыкия является связующим центром на пересечении транспортных магистралей между Дагестаном, Астраханской областью и Ставропольским краем. По данным Комитета по охране окружающей среды в Черноземельском районе валовые выбросы в атмосферу (за 2015 г.) от стационарных источников составили 1000,9 т. Главным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в районе является нефтегазодобывающая промышленность. Результаты расчетов коэффициентов концентрирования показали, что среди металлов 1-го класса наиболее опасным является свинец, среди металлов 2-го класса наиболее опасным является никель. В результате проведенных исследований было выявлено, что четкой зависимости между экотоксикологическими и биогеохимическими показателями качества почвенного покрова нет.

Ключевые слова: химическое загрязнение, тяжелые металлы, вяз мелколистный, белая акация, марь белая, экологический мониторинг, биогеохимические показатели

ECOLOGICAL MONITORING OF THE VEGETATIVE COVER IN THE ENVIRONMENT OF THE OIL-PRODUCING COMPLEX ENTERPRISES

Sangadzhieva Olga S., C.Sc. in Biocology, Associate Professor, Kalmyk State University named by B. B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, Republic Kalmykiya, 358000, Russian Federation, e-mail: chalga_ls@mail.ru

Davaeva Tsagan D., C.Sc. in Biocology, Senior Lecturer, Kalmyk State University named by B. B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, Republic Kalmykiya, 358000, Russian Federation, e-mail: chalga_ls@mail.ru

Sangadzhieva Lyudmila K., D.Sc. in Ecology, Professor, Kalmyk State University named by B. B. Gorodovikov, 11 Pushkin st., Elista, Republic Kalmykiya, 358000, Russian Federation, e-mail: chalga_ls@mail.ru

It is necessary to reveal conformities between the integral indicators of the environmental objects quality for scientific prognostication of the studying territory. Chernozemelsky region of the Republic Kalmykia (RK) is the connecting center at the intersection of transport highways between Dagestan, Astrakhan Region and Stavropol Krai. According to the Committee for environmental protection, Chernozemelsky region gives gross output emissions to the atmosphere during the latest years (in average) from stationary sources made up 1000.9 tons. The main source of pollutant emissions into the atmosphere in the region is the oil and gas industry. The results of calculations showed that concentration factors among the first class metals the lead is the most dangerous and among the second class metals the nickel is the most dangerous. In the results of the given resources, it was revealed that there is no clear correlation between ecotoxicological and biogeochemical indices of soil cover quality.

Keywords: chemical pollution, heavy metals, small-leaved elm, white acacia, white marble, ecological monitoring, biogeochemical indices

Развитие нефтедобывающих предприятий приводит к тому, что в почвах вблизи них повышается содержание тяжелых металлов [1, 8, 10]. Производимая в таких условиях продукция животного и растительного происхождения, требует пристального внимания, так как избыточное содержание тяжелых металлов в почве оказывает прямое влияние на насыщенность ими растительной ткани и последующих звеньев пищевой цепи – животных, человеку [1, 5, 6, 7]. Черноземельский район Республики Калмыкия (РК) является связующим центром на пересечении транспортных магистралей между Дагестаном, Астраханской областью и Ставропольским краем. Район расположен на расстоянии 150-200 км от столицы Республики Калмыкия г. Элисты. По данным Комитета по охране окружающей среды в Черноземельском районе валовые выбросы в атмосферу за 2015 г. от стационарных источников составили 1000,9 т. Главным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в районе является нефтегазодобывающая промышленность (НГДП), на ее долю приходится 97,55 % общего загрязнения. НГДП является единственным источником, где применяется сжигание отходящих газов в факелах [5, 9, 13, 14].

Территории, прилегающие к буровым площадкам, характеризуются скудностью растительного покрова. Биоценозы представляют искусственные насаждения и синантропные виды растительности, что означает упрощение состава, снижение продуктивности и стабильности сообществ в данных экосистемах. Следует отметить незначительную долю зональных видов (5 %), к которым относятся: тысячелистник обыкновенный, житняк, костер кровельный, овсяница желобчатая, полынь белая и некоторые другие. Несколько видов сорной и рудеральной растительности (33-64 %) формируют облик растительности данных территорий. На неиспользуемых участках эти же виды формируют моно- или олигодоминантные рудеральные сообщества [5, 13]. Наиболее распространенными являются: лебеда татарская, полынь черная, выюнок луговой, марь белая и др. Чаще всего на данной территории встречается марь белая. Кустарниковые растения представлены тамариксом. Из древесных пород наиболее распространены вяз мелколистный и акация белая, относящиеся к группе ксеромезофитов.

Объектом нашего исследования является один из доминантных видов травянистых растений – марь белая (*Chenopodium alba*). Она произрастает повсеместно, представлена многочисленными экземплярами, является устойчивой к действию загрязнителей. Представителями высших растений являются следующие объекты исследования – вяз мелколистный и белая акация. В образцах растений определялись концентрации Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni и Mn. Источником поступления этих элементов на прилегающие территории является дым и зола, образующиеся при сжигании попутных газов и нефти на буровых площадках [4, 16]. Содержание ТМ в растениях определялось атомно-абсорбционным методом на МГА-915MD. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание ТМ в растениях в различных направлениях от источника

Расстояние, м	Вяз мелколистный			Акация белая	
	юг 1,5 км	ю-восток 0,5 км	ю-восток 1 км	юг 1 км	ю-восток 0,5 км
Zn	14,7	31,5	23,5	16,1	35,9
Pb	0,63	0,64	0,41	0,74	0,52
Cu	54,6	75,0	79,9	62,8	83,0
Cr	0,47	5,05	3,96	0,41	4,96
Co	0,46	1,05	0,49	0,52	1,17
Ni	0,07	0,16	0,39	0,04	0,18
Mn	69,7	66,8	77,7	82,8	68,3

По содержанию тяжелых металлов (ТМ) в биомассе судили об уровне химического загрязнения. Результаты проведенных анализов показали, что среди элементов 1 класса опасности в вегетативных органах растений на территории вблизи буровых площадок накапливается цинк [2, 3, 11]. В южном направлении содержание его меняется от 5,3 до 23,9 мг/кг, при этом при удалении к фоновой территории уменьшается в 4 раза, но повышается в 1,8 раза в западном направлении. По металлам II класса опасности максимальная концентрация отмечается для никеля. В южном направлении от буровых площадок концентрация его составляет 14,7–34,8 мг/кг. В этом направлении содержание никеля уменьшается на расстоянии до 1 км в 1,7 раза и увеличивается в западном направлении в 1,1 раза. В юго-восточном и западном направлениях концентрация никеля равна 24–45,5 и 32–47 мг/кг, соответственно, при этом на расстоянии в 1 км она повышается в 1,12 и 1,4 раза и уменьшается в северном направлении в 1,5 раза. По содержанию марганца (металла III класса опасности) выявлена аналогичная закономерность, что и по никелю.

Листья деревьев накапливают ТМ также как и травянистые растения. Содержание ТМ в листьях вяза мелколистного и акации белой представлено в таблице 1. По металлам I класса опасности в листьях деревьев накапливается цинк. Его концентрация составляет 14,8–31,5 (вяз) и 16,1–35,9 мг/кг (акация). По металлам II-го класса опасности максимальные концентрации отмечаются для меди 24,6–54,3 у вяза и 34,1–54,2 мг/кг у акации. По результатам сравнения уровня содержания ТМ в укосах и растительных кормах с фоновых территорий с полученными результатами на исследуемых территориях была дана оценка экологического состояния почв по трем уровням (табл. 2) [12].

Таблица 2

Оценка экологического состояния почв

Элемент	Уровень содержания микроэлементов в растениях, мг/кг		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Удовлетворительная экологическая ситуация
Zn	<10, >500	10–30, 100–500	30–60
Cu	<3, >100	3–5, 80–100	10–20
Ni	<0,1, >50	0,1–0,3, 5–50	0,3–1,0

Результаты в таблице 2 показывают, что наихудшая ситуация складывается по цинку, элементу 1 класса опасности. По данному элементу местность радиусом до 1 км в направлении юго-востока можно отнести к зоне экологического бедствия (дефицит – концентрация <6,3 мг/кг). На остальной территории исследования по содержанию цинка наблюдается чрезвычайная ситуация (концентрация Zn равна 10–30 мг/кг), исключение составляет территория организованного пункта наблюдения на границе санитарно-защитной зоны (в западном направлении), где складывается относительно удовлетворительная экологическая ситуация (концентрация равна 30–60 мг/кг сухой биомассы). Таким образом, такие повышенные концентрации ТМ могут быть причиной изменений в биоценозах и могут оказывать отрицательное действие на рост и качество растений [12–14, 16]. Также были рассчитаны коэффициенты концентрации данных элементов (значение Кк равно отношению содержания металла на исследуемой территории к фоновому значению) [3, 11, 15]. Результаты расчетов показали, что для металлов I-го класса опасности наибольшее значение коэффициента концентрации получено для свинца 2,6–26,0 по мари белой, Кк 8,2–19,8 по вязу мелколистному и Кк 10,2–14,8 по белой

акации; по металлам II-го класса опасности Кк у никеля 1,02–15,0 по мари белой, Кк 2,8–4,8 по вязу и Кк 1,2–4,5 по акации.

Максимальное значение суммарного показателя загрязнения (сумма Кк) наблюдается в юго-восточном направлении (26–55,2), причем на расстоянии ≤ 1 км значение показателя снижается в 1,5 раза, а при удалении на 1,5 км – увеличивается в 2,1 раза. В южном направлении суммарный показатель снижается (11–23,8) по мере удаления от источника в 2,2 раза. В западном направлении значение суммарного показателя находится в пределах 18–26,1: увеличивается в 1,5 раза вблизи 1 км, а через 1,5 км снижается в 1,4 раза. Максимальное значение суммарного показателя загрязнения листьев вяза наблюдается в юго-восточном направлении на расстоянии 1,5 км (37,3).

Суммарные экотоксикологические показатели почвы (Э) были определены дифференцированно для ТМ первого (Э1), второго (Э2) и третьего (Э3) классов опасности на различном расстоянии от буровых площадок (табл. 3).

Таблица 3

Экотоксикологический показатель качества почвы

Направление	Расстояние, м	I класс опасности			II класс опасности					III класс
		Zn	Pb	Э1	Cu	Cr	Co	Ni	Э2	Mn
Южное	500	0,88	0,95	1,83	1,29	0,46	3,60	0,50	5,86	0,31
Южное	1000	0,73	0,36	1,09	0,50	0,4	0,94	0,47	2,25	0,28
Южное	1500	0,82	0,31	1,13	0,57	0,42	1,60	0,10	3,36	0,27
Восточное	500	1,03	0,87	1,90	1,26	0,47	4,30	0,69	6,72	0,28
Восточное	1000	1,08	0,46	1,54	0,81	0,35	1,80	0,62	3,58	0,27
Западное	1000	0,97	0,36	1,33	0,61	0,63	2,63	0,05	4,92	0,30
Западное	1500	1,21	0,64	1,85	0,72	0,54	2,03	0,96	4,25	0,27

Исследования показали, что содержание цинка и свинца в южном направлении не превышает ПДК [2]. Экотоксикологический показатель изменяется по цинку с 0,73 до 0,88, а по свинцу с 0,31 до 0,95. Суммарный экотоксикологический показатель равен 1,09–1,83, поэтому экологическая ситуация на территории в южном направлении от буровых площадок является критической. Показатели содержания цинка в направлениях юго-востока и запада варьируют в пределах 1,02–1,08 и 1,3–1,21, соответственно, исключением является зона в направлении юга в радиусе 1 км, где по цинку экологический показатель равен 0,97. По содержанию свинца в направлениях юго-востока и запада превышений не выявлено. Стоит отметить, что по металлам I класса опасности суммарный экотоксикологический показатель почв, отобранных в направлении запада, варьирует в пределах 1,45–1,90 и 1,33–1,85, соответственно. По данным показателям территория исследования относится к зоне с критической экологической ситуацией. По результатам таблицы 3 видно, что концентрация Cu выше значений ПДК в пробах, отобранных вдоль санитарно-защитной зоны в южном (1,29) и западном (1,26) направлениях. В других точках отбора превышения не наблюдается. По содержанию хрома превышений тоже не выявлено. По содержанию кобальта в направлении запада выявлено превышение ПДК (1,66–3,56), за исключением территории на расстоянии 1 км, где экологический показатель равен 0,94. В южном и юго-восточном направлениях экологический показатель изменяется в интервале 1,8–4,0; по никелю высокие концентрации отмечаются в направлении юго-востока на расстоянии 1 и 1,5 км, во всех остальных точках превышения нет. Однако по суммарному экотоксикологическому показателю по металлам II-го класса опасности зона на границе сани-

тарно-защитной зоны предприятия можно отнести к территориям с чрезвычайной экологической ситуацией, а на расстоянии 1 и 1,5 км во всех направлениях – к зонам с критической экологической ситуацией. По металлам III-го класса опасности превышений не отмечено.

Одним из параметров, позволяющих оценить степень загрязнения территории тяжелыми металлами является – биогеохимический показатель. Данный показатель определяли через содержание химических элементов в уколах растений (по превышению МДУ). По этому показателю все изученные территории можно отнести к экологически неблагоприятным, к зонам экологического бедствия (4–18,35).

Выводы. 1. Для прогноза и оценки экологической ситуации исследуемой территории необходимо выявлять закономерности между интегральными показателями качества объектов окружающей среды: экотоксикологическими и биогеохимическими. По данным показателям территория исследования относится к зоне с критической экологической ситуацией. 2. Наибольшая концентрация тяжелых металлов отмечена на территории в западном и юго-восточном направлениях, в северном и южном меньше. Повышенные концентрации ТМ могут быть причиной трансформаций в биоценозах и могут оказывать неблагоприятное воздействие на рост и качество растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-05-00916

Список литературы

1. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Ленинград : Агропромиздат, 1987. – С. 30–39.
2. Беспамятнов Г. П. ПДК химических веществ в окружающей среде / Г. П. Беспамятнов, Ю. А. Кротов. – Ленинград, 1985. – 528 с.
3. Виноградов А. П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой / А. П. Виноградов // Микроэлементы в жизни растений и животных. – Москва, 1965. – С. 196–200.
4. Даваева Ц. Д. Биоиндикация и мониторинг состояния нефтезагрязненных территорий Прикаспийской низменности : монография / Ц. Д. Даваева, Л. Х. Сангаджиева, А. А. Булуктаев, З. Б. Бадмаева. – Элиста : Джангр, 2014. – 152 с.
5. Добровольский Г. В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-биологический подход / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – Москва : Наука, 2000. – 185 с.
6. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – Москва : Мир, 1989. – 452 с.
7. Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / И. Н. Лозановская. – Москва : Высшая школа, 1998. – 123 с.
8. Мазур И. И. Методы управления экологической безопасностью нефтегазового комплекса России / И. И. Мазур // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2000. – № 2. – С. 28–32.
9. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / Ю. И. Пиковский. – Москва : МГУ, 1993. – С. 7–28.
10. Русанова Г. В. Деградация аридных почв в районах нефтегазоразведочных работ // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения : тезисы и доклады Всероссийской конференции. – Москва, 1998. – Т. 2. – С. 180–182.
11. Сангаджиева Л. Х. Микроэлементы в ландшафтах Калмыкии и биогеохимическое районирование ее территории : монография / Л. Х. Сангаджиева. – Элиста : Джангр, 2004. – 115 с.
12. Сангаджиева Л. Х. Оценка геохимической трансформации почв нефтегазовых месторождений юга Калмыкии / Л. Х. Сангаджиева, О. Б. Сопрунова, О. С. Сангаджиева // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – С. 41–42.
13. Сваровская Л. И. Гис-технологии для оценки загрязнения и состояния растительного покрова на территории нефтедобывающих комплексов / Л. И. Сваровская, Л. К. Алтунина, И. Г. Яценко // Экологический вестник России. – 2017. – № 5. – С. 22–27.

14. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н. П. Солнцева. – Москва : МГУ, 1998. – 376 с.

15. Buszewski B. Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the area of Torun / B. Buszewski, A. Jastrzebska, T. Kowalkowski, A. Gorna-Binkul // Polish Journal of Environmental Studies. – 2000. – Vol. 9, № 6. – P. 1023-1029.

16. Schiitzendubel A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal and induced oxidative stress and protection by mycorrhization / A. Schiitzendubel, A. Polle // Oxford Journals, Life Sciences, Journal of experimental Botany. – December 2, 2001. – Vol. 53, issue 372.

References

1. Alekseev Yu. V. *Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh* [Heavy metals in soils and plants], Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987, pp. 30–39.

2. Bespamyatnov G. P., Krotov Yu. A. *PDK khimicheskikh veshchestv v okruzhayushchey srede* [MPC of chemical substances in the environment], Leningrad, 1985. 528 p.

3. Vinogradov A. P. Osnovnye zakonomernosti v raspredelenii mikroelementov mezhdu rasteniyami i sredoy [The main regularities in the distribution of trace elements between plants and the environment]. *Mikroelementy v zhizni rasteniy i zhivotnykh* [Microelements in the Life of Plants and Animals], Moscow, 1965, pp. 196–200.

4. Davaeva S. D., Sangadzhieva L. Kh., Buluktaev A. A., Badmaeva Z. B. *Bioindikatsiya i monitoring sostoyaniya neftezagryaznennykh territoriy Prikaspiyskoy nizmennosti* [Bioindication and monitoring of the condition of oil-polluted territories of the Caspian lowland], Elista, Dzhangr Publ., 2014. 152 p.

5. Dobrovolskiy G. V., Nikitin Ye. D. *Sokhranenie pochv kak nezamenimogo komponenta biosfery. Funktsionalno-biologicheskii podkhod* [Preservation of soils as an indispensable component of the biosphere. Functional-biological approach], Moscow, Nauka Publ., 2000. 185 p.

6. Kabata-Pendias A., Pendias Kh. *Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh* [Microelements in soils and plants], Moscow, Mir Publ., 1989. 452 p.

7. Lozanovskaya I. N. *Ekologiya i okhrana biosfery pri khimicheskom zagryaznenii* [Ecology and Biosphere Protection in Chemical Pollution], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1998. 123 p.

8. Mazur I. I. Metody upravleniya ekologicheskoy bezopasnostyu neftegazovogo kompleksa Rossii [Methods of managing the environmental safety of the oil and gas complex of Russia]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas sector], 2000, no. 2, pp. 28–32.

9. Pikovskiy Yu. I. *Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruzhayushchey srede* [Natural and technogenic flows of hydrocarbons in the environment], Moscow, MGU Publ. House, 1993, pp. 7–28.

10. Rusanova G. V. Degradatsiya aridnykh pochv v rayonakh neftegazorazvedochnykh rabot [Degradation of arid soils in areas of oil and gas exploration]. *Antropogennaya degradatsiya pochvennogo pokrova i mery ee preduprezhdeniya : tezisy i doklady Vserossiyskoy konferentsii* [Anthropogenic Degradation of the Soil Cover and Measures to Prevent It: Theses and Reports of the All-Russian Conference], Moscow, 1998, vol. 2, pp. 180–182.

11. Sangadzhieva L. Kh. *Mikroelementy v landshaftakh Kalmykii i biogeokhimicheskoe rayonirovaniye ee territorii* [Microelements in the landscapes of Kalmykia and biogeochemical zoning of its territory], Elista, Dhangr Publ., 2004. 115 p.

12. Sangadzhieva L. Kh., Soprunova O. B., Sangadzhieva O. S. Otsenka geokhimicheskoy transformatsii pochv neftegazovykh mestorozhdeniy yuga Kalmykii [Evaluation of geochemical transformation of soils in oil and gas deposits in the south of Kalmykia]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy hnergii* [South-Russian Bulletin of the Geology, Geography and Global Energy], 2003, pp. 41–42.

13. Svarovskaya L. I., Altunina L. K., Yashchenko I. G. Gis-tehnologii dlya otsenki zagryazneniya i sostoyaniya rastitelnogo pokrova na territorii neftedobyvayushchikh kompleksov [Gis-technology for the assessment of pollution and the state of vegetation in oil-producing complexes]. *Ekologicheskii vestnik Rossii* [Ecological Bulletin of Russia], 2017, no. 5, pp. 22–27.

14. Solnceva N. P. *Dобыча нефти и геохимия природных ландшафтов* [Oil production and geochemistry of natural landscapes], Moscow, MGU Publ. House, 1998, pp. 376.

15. Buszewski B., Jastrzebska A., Kowalkowski T., Gorna-Binkul A. Monitoring of selected heavy metals uptake by plants and soils in the area of Torun. *Polish journal of the Environmental Studies*, 2000, vol. 9, no. 6, pp. 1023–1029.

16. Schiitzendubel A., Polle A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal and induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Oxford Journals, Life Sciences, Journal of experimental Botany*, December 2, 2001, vol. 53, issue 372.