

УДК 631.453

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ПДК НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ИХ АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА (НА ПРИМЕРЕ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА)

© 2020 г. М. П. Бабаев^а, *, Н. М. Исмаилов^б, С. И. Наджафова^б,
Ф. Ш. Кейсерухская^б, Н. И. Оруджева^а

^аИнститут почвоведения и агрохимии национальной академии наук Азербайджана,
ул. М. Рагима, 5, Баку, AZ 1073 Азербайджан

^бИнститут микробиологии национальной академии наук Азербайджана,
ул. М. Мушвига, 103, Баку, AZ 1004 Азербайджан

*e-mail: mageram_babayev@mail.ru

Поступила в редакцию 24.12.2019 г.

После доработки 20.02.2020 г.

Принята к публикации 24.04.2020 г.

Впервые дана оценка ассимиляционного потенциала различных типов почв Азербайджана в отношении нефти и нефтяных углеводородов. Под ассимиляционным потенциалом почв понимается буферность к антропогенному воздействию в определенных масштабах без изменения своих основных свойств и экологических функций за длительный период времени. Оценка ассимиляционного потенциала территории необходима для определения актуальной самоочищающей способности компонентов природной среды как национального экологического ресурса в условиях непрерывного роста техногенного влияния на окружающую среду, его рационального использования и управления. Для оценки ассимиляционного потенциала почв в отношении нефтяных углеводородов определяли величину бактериальной биодegradации нефтяных углеводородов по численности углеводородокисляющих бактерий и количества углеводородов, которые окисляются одной бактериальной клеткой. Установлено, что ассимиляционный потенциал разных типов почв Азербайджана в случае их загрязнения нефтяными углеводородами варьирует в пределах от 1 т/га в год для солончаков до 12.5–13.1 т/га в год для каштановых (Kastanozems) почв и горных черноземов (Chernozems). Показатель актуального ассимиляционного потенциала различных типов почв может быть принят в качестве верхнего безопасного уровня допустимой концентрации углеводородных загрязнений.

Ключевые слова: почвы аридной зоны, устойчивость почв к загрязнению, биогенность, самоочищающая способность, уровень допустимой степени загрязнения

DOI: 10.31857/S0032180X20110040

ВВЕДЕНИЕ

Известны основополагающие экологические функции почв, которые имеют фундаментальный характер [8]. Почвы Азербайджана, как и других регионов мира, подвергаются антропогенному и техногенному воздействию, включая загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Эти вещества являются одними из самых массовых загрязнителей в мире [10, 34] и оказывают негативное воздействие на биогеохимические процессы в почвах, токсически воздействуя на флору и фауну. В конечном итоге загрязнение обуславливает нарушение природного равновесия, изменения плодородия почв, накопление таких соединений, как бенз(а)пирен, которые могут придавать почве канцерогенные и мутагенные свойства [24]. Достаточно отметить тот факт, что на территории Азербайджана общая

площадь нефтезагрязненных земель, отнесенных к категории “экологически напряженных”, превышает 11700 га [28].

Уже в 80-х гг. прошлого столетия Апшеронский полуостров, где сконцентрирована основная часть предприятий нефтегазодобывающего комплекса, занимал третье место в бывшем СССР по модулю техногенного давления сырой нефти – свыше 100 т/км² [7]. В связи с интенсивным развитием этой отрасли производства в Азербайджане и превращением ее территории в транзитный коридор энергоносителей, можно прогнозировать, что средний модуль техногенного давления углеводородов на почвенный покров страны в ближайшие годы существенно повысится. При оценке устойчивости почв к техногенным воздействиям делается особый акцент на

биокосную сущность почв, их тесную связь с биотой, как частью единой биогеоценотической системы [6]. Самоочищающая способность природных ландшафтов по отношению к поступлению в природную среду вещества и энергии определяется факторами самоочищения, которые зависят от ассимиляционного потенциала природных ландшафтов в отношении поллютантов, является одним из важнейших факторов сохранения самой биосферы и обеспечения ее устойчивости [32]. В свою очередь ассимиляционный потенциал — это буферность компонентов природных ландшафтов (атмосферы, водных источников, почвы) в отношении различных антропогенных воздействий в определенных масштабах без изменения своих основных свойств и экологических функций длительный период времени, то есть имеет место предел актуального и потенциального самоочищения [2, 5]. Оценка ассимиляционного потенциала территории необходима для определения актуальной самоочищающей способности ландшафтов и компонентов природной среды как национального экологического ресурса в условиях непрерывного роста техногенного влияния на окружающую среду, его рационального использования, управления, восстановления в случае нарушения и др. Ассимиляционный потенциал рассматривается в качестве классификационного признака геоэкологического состояния ландшафтов [21].

Количественная оценка ассимиляционного потенциала (или ассимиляционной емкости) почв является наиболее сложной задачей, что связано с попаданием в почву токсичных веществ органической и неорганической природы, которые могут иметь кумулятивное воздействие на их физико-химические и биологические свойства почв, скорости их детоксикации в различных почвенно-климатических условиях. Методы количественной оценки ассимиляционной емкости почв в научных исследованиях пока слабо разработаны, предлагается лишь модель по распределению весовых коэффициентов между компонентами ассимиляционного потенциала, разработан метод количественной оценки ассимиляционной емкости почв в отношении тяжелых металлов [32]. Рассмотрены теоретические основы экологического нормирования почв, заключающиеся в научном обосновании установления допустимого экологического состояния (качества) почв и допустимой степени антропогенного воздействия на них, разработана единая система показателей качества почв и антропогенного воздействия, а также механизм установления диапазона их допустимых значений с учетом природных условий и видов хозяйственного использования земель. Обоснованы научно-методические подходы к поддержанию определенного баланса между допустимым экологическим состоянием почв и воздействием на них с выходом на механизмы управления качеством почв в рам-

ках конкретных земельных участков [30]; предложены методические подходы и принципы к оценке нефтезагрязненных земель [1, 27].

Рассмотрены проблемы экологического нормирования почв с учетом специфики загрязняющих веществ (нефтепродуктов) и видов хозяйственного использования земель и предложена схема экологического нормирования почв земель разного хозяйственного назначения с выделением диапазона допустимых изменений качества почв [31].

Никифоровой [17] в качестве показателя скорости разложения органических веществ в почвах использован опадо-подстилочный коэффициент (K_n) с целью оценки биodeградации нефти и миграции продуктов ее трансформации в различных ландшафтах, показана закономерность самоочищения почв в зависимости от почвенно-геохимических условий. Анализируя методологические подходы и проблемы биотестирования в разных сферах контроля почв и эффективность интегральной оценки экологической напряженности, предлагается использовать спектр биотестов с включением тест-организмов, представляющих основные трофические уровни экосистем: продуцентов, консументов, редуцентов [26]. Показано, что загрязнение почв дизельным топливом до 5 мл/100 г сопровождается возрастанием численности углеводородокисляющих микроорганизмов, однако высокая степень загрязнения почвы дизельным топливом (30 мл/100 г) приводит к сокращению численности микробного сообщества и, как следствие, к снижению всех показателей биологической активности [25].

На территории Азербайджана изучены биологическая активность и количество микроорганизмов, дана биологическая оценка некоторых типов почв [18, 33, 35].

В рамках исследований оценен ассимиляционный потенциал различных типов почв Азербайджана в отношении самого массового поллютанта почвенного покрова страны — нефти и нефтяных углеводородов.

Цель исследований — оценка степени природной устойчивости различных типов почв Азербайджана к загрязнению углеводородами нефти.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были различные типы почв Азербайджана основных биоклиматических ландшафтных зон: горно-луговые (Umbrisols), горно-лесные бурые (Cambisols), горно-коричневые (Kastanozems), горные черноземы (Chernozems), желтоземно-глеевые (Gleyic Livisols), серо-коричневые (Kastanozem), сероземные (Calsisols), серо-бурые (Gypsisols), солончаки (Solonchaks) и солонцы (Solonetz), четко различающиеся химиче-

Таблица 1. Некоторые типы почв Азербайджана и их характеристики

Почвы	$\Sigma T > 10^\circ\text{C}$	КУ	Гумус, %	pH	Площадь, млн га/% от общей площади
Горно-луговые	1280–1780	>1	6.0–15.5	4.9–5.8	559.3/6.5
Горно-лесные бурые	1730–3200	1.1–1.5	5.7–10.5	5.7–5.9	416.5/4.8
Горно-коричневые	3600–4400	0.5–0.4	5.4–6.8	6.9–7.5	1212/14.0
Горные черноземы	3400–4000	0.6–1.1	7.1–8.5	7.1–7.3	76.2/0.9
Желтоземно-глеевые	2000–4000	0.64–1.63	3.0–5.3	5.3–5.9	157.1/1.8
Серо-коричневые (каштановые)	3800–4500	0.3–0.5	2.0–4.0	7.2	2200.6/25.5
Сероземные и серо-бурые	4200–4800	0.10–0.25	0.5–1.4	7.7–8.2	2493.2/28.9
Солончаки и солонцы	3600–4400	0.10–0.15	—	>8.6	0.1/1.2

скими, физико-химическими и др. характеристиками (табл. 1). Названия почв в скобках приводятся в соответствии с классификаций почв в системе WRB [37]. Указанные типы почв занимают 87.8% от общей площади страны. Данные о физико-химических свойствах почв приведены в соответствии с работами [3, 16], о показателях климата Азербайджана согласно [29].

Отбор проб почвы общей смешанной массой 1.0 кг проводили из слоя 0–20 см в стерильные пакеты по методу “конверта” [9].

Общую численность микроорганизмов, способных разлагать углеводородные субстраты, определяли общепринятыми методами [20].

Данные о численности углеводородокисляющих микроорганизмов (КОЕ) в микробиоценозе почв и интенсивности разложения ими углеводородных субстратов (K_m) использовали для оценки деградации нефтяных углеводородов указанными микроорганизмами, а показатель количества потребляемого ими углеводорода условно был принят как величина ассимиляционной емкости различных типов почв в отношении этих поллютантов.

Коэффициент минерализации K_m углеводородов в почве определяли по отношению интенсивности продуцирования углекислого газа (А) к интенсивности поглощения кислорода (В): $K_m = A/B$. Значение этого показателя показывает способность почвенного микробиоценоза осуществлять процесс деградации углеводорода вплоть до полной минерализации субстрата и интенсивность этого процесса [12].

Оценку ассимиляционного потенциала почв в отношении углеводородов определяли согласно [22]:

$$B = NK, \quad (1)$$

где В — величина бактериальной биодеградации нефтяных углеводородов (мг УВ/г · сут), N — численность углеводородокисляющих бактерий (КОЕ/мл), K — количество углеводородов, которые

окисляются одной бактериальной клеткой, рассчитанное ZoBell [38, 39] как 3.76×10^{-8} мг/кл · сут.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента и с применением пакета прикладных программ Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели ассимиляционного потенциала (степень устойчивости к загрязнению углеводородными веществами) коррелируют с показателями коэффициента минерализации углеводородов K_m (табл. 2). Это свидетельствует о том, что углеводородокисляющие микроорганизмы являются составной частью микробиоценоза исследуемых почв, которые составляют около 5.0–9.0% от численности сапротрофов, выполняя функции деградаторов-редуцентов. Более высокая численность углеводородокисляющих микроорганизмов в общем числе сапротрофных микроорганизмов в горно-лесных бурых, горных черноземах, горных каштановых и горно-коричневых почвах по сравнению с почвами аридных зон — серо-бурыми и сероземными может быть связана с большим биоразнообразием фитоценозов и их высокой продуктивностью, что обеспечивает поступление в почву растительных остатков. Так, в горно-коричневых почвах биомасса фитоценозов составляет 11.8–27.4 т/га, а в сероземных и серо-бурых почвах 5–9.4 га [16]. Наличие углеводородокисляющих микроорганизмов в комплексе микробиоценозов в этих почвах может быть связано также с фоновым присутствием в них сходных по своему составу с углеводородами веществ природного происхождения, например, продуктов разложения растительного опада.

Ассимиляционный потенциал разных типов почв сильно различается. В сравнительном плане ассимиляционный потенциал в отношении загрязняющих веществ углеводородного характера больше для почв, характеризующихся высоким содержанием гумуса и pH среды, близкой к нейтральной (не меньше 6.4 и не больше 7.5). Наи-

Таблица 2. Биологические показатели и ассимиляционная емкость различных типов почв в отношении нефтяных углеводородов

Почвы	Среднегодовая численность микроорганизмов, КОЕ, титр, тыс./г почвы	УОМ, КОЕ, титр, тыс./г почвы	K_m	Ассимиляционная емкость, т/год	УДСЗ, % (НУВ)
Горно-луговые	$2.7 \times 10^6 \pm 0.4$	244980 ± 0.4	0.18	8.7	0.33
Горно-лесные бурые	$2.0 \times 10^6 \pm 0.3$	185940 ± 0.3	0.22	6.6	0.25
Горно-коричневые	$3.5 \times 10^6 \pm 0.3$	280160 ± 0.3	0.43	10.0	0.38
Горные черноземы	$4.1 \times 10^6 \pm 0.4$	369000 ± 0.4	0.51	13.1	0.5
Желтоземно-глеевые	$2.5 \times 10^6 \pm 0.2$	125400 ± 0.2	0.23	4.45	0.17
Серо-коричневые (каштановые)	$4.4 \times 10^6 \pm 0.5$	352000 ± 0.5	0.36	12.5	0.48
Сероземные и серо-бурые	$2.9 \times 10^6 \pm 0.3$	144520 ± 0.3	0.10–0.15	41–5.1	0.16–0.2
Солончаки и солонцы	$0.6 \times 10^6 \pm 0.1$	28800 ± 0.1	0.01	1.0	0.04

Примечание. K_m – коэффициент минерализации; УДСЗ – уровень допустимого содержания загрязнений; НУВ – нефтяные углеводороды.

меньший ассимиляционный потенциал по утилизации углеводородных веществ характерен для солончаков (1 т поллютантов в год на 1 га), наибольшим ассимиляционным потенциалом обладают горные черноземы и каштановые почвы – 13.1–12.5 т загрязняющих веществ в год.

Допустимые уровни загрязнения углеводородными веществами разные для различных типов почв. Для серо-бурых и сероземных типов почв (занимают 28.9% от общей площади страны) с учетом различий в биогенности и значений по другим показателям допустимые уровни загрязнения находятся соответственно в пределах 0.16–0.2%, а для каштановых – 0.5%. В то же время в Азербайджане ПДК нефти и нефтепродуктов в почве не установлены, хотя в законодательствах многих стран Западной Европы разработаны нормативы ПДК для нефти и отдельных видов нефтяных углеводородов [19]. Это дает основание полагать, что для почвенного покрова Азербайджана реальные, объективные значения ПДК по всем видам загрязняющих веществ, в том числе нефтяным углеводородам, могут быть обоснованы в дополнительных исследованиях в полевых условиях и с использованием методов моделирования воздействий загрязняющих веществ на физико-химические и биологические свойства почв.

На основании полученных данных можно в первом приближении выявить почвы с наиболее уязвимым ассимиляционным потенциалом, в которых сумма годовых температур и pH почвенного покрова может определять ассимиляционную емкость почв в случае их загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Так, по мере продвижения к предгорным и горным типам почв, несмотря на

наличие благоприятного увлажнения, показатели биогенности уменьшаются, что связано с недостаточно высокими тепловыми ресурсами (табл. 1).

Желтоземные почвы, благоприятные для произрастания культуры чая, являются наиболее слабым звеном в системе типов почв по ассимиляционному потенциалу в случае их загрязнения углеводородами. Для желтоземно-глеевых почв уменьшение биогенности при благоприятном гидротермическом режиме может быть обусловлено кислой реакцией почвенного раствора, неблагоприятной для жизнедеятельности бактериальной микрофлоры. Известно, что большинство почвенных организмов лучше функционируют при нейтральных значениях pH почв. Более того, многие бактерии, например, нитрифицирующие и клубеньковые, актиномицеты, бактерии, разлагающие мочевину, предпочитают более высокие значения pH, то есть почвы со слабощелочной реакцией среды. Хотя почвенные грибы предпочитают низкие значения pH, существенную роль в процессах самоочищения играет бактериальная микрофлора (так называемые *r*-стратеги).

Увеличение антропогенной нагрузки на почвы, развивающиеся в условиях аридного климата, – серо-бурые, сероземные и другие, еще более усугубляет их слабую способность противостоять процессам деградации. Эти почвы характеризуются низким пределом самоочищения и, следовательно, небольшим показателем ассимиляционного потенциала; в случае их загрязнения нефтяными углеводородами возникнет необходимость проводить оперативные мероприятия по ремедиации почвенного покрова. Так, максимальная

интенсификация хозяйства характерна для территорий в районах расположения крупных городов и промышленных зон (Баку, Сумгаит, Али-Байрамлы, Мингечаур) — это обширный экологически напряженный регион. Исторически сложилось, что в Азербайджане преобладающая часть промышленных производств, а также сельскохозяйственная деятельность были сосредоточены в зоне полупустынь и сухих степей, характеризующихся наибольшей экологической уязвимостью. Особое положение занимает Апшеронский полуостров — зона распространения серо-бурых почв — здесь в 17 раз превышено среднее значение индекса антропогенности всей территории Азербайджана: плотность населения составляет 1140 чел./км² при средней плотности населения по стране 94 чел./км² [11].

С другой стороны, относительно высокие показатели ассимиляционного потенциала почв горных черноземов и серо-коричневых в отношении углеводородов, то есть относительная устойчивость к техногенным нагрузкам не всегда имеет решающее значение для их экологического состояния. Это связано с тем, что для этих территорий характерны более высокая демографическая нагрузка, интенсивные типы землепользования, высокие дозы вносимых минеральных удобрений, средств защиты растений, сопровождающиеся загрязнением различными органическими и неорганическими веществами.

Результаты исследований позволяют выявить верхний безопасный уровень концентрации нефтяных углеводородов в почвах, который может быть принят за уровень допустимой степени загрязнения (УДСЗ). Так, ориентировочным допустимым уровнем загрязнения углеводородами для различных типов Азербайджана в первом приближении можно считать значения, представленные в табл. 2. Как видно, значения показателя УДСЗ колеблются в пределах от 0.04% для солончаков и до 0.5% для горных черноземов. При таких величинах УДСЗ в данных природных условиях почвы в течение одного года восстановят свою продуктивность, образно говоря, благодаря естественной биогенности — “природной подушке безопасности”. Такая оценка УДСЗ может быть установлена для верхнего гумусово-аккумулятивного горизонта почв (примерно до глубины 20–30 см). Можно принять, что обоснованные значения УДСЗ являются порогом устойчивости различных типов почв Азербайджана — это предельные (критические) концентрации в почве загрязняющих веществ, в данном случае веществ углеводородного характера, при которых сохраняется способность почв к самовосстановлению. В этом случае можно говорить о наличии механизма саморегуляции почвенного покрова, его способности “гасить” при необходимости возмущающие

воздействия и тем самым поддерживать состояние внутреннего динамического равновесия.

Ранжирование почв по показателям ассимиляционного потенциала в случае их загрязнения нефтяными углеводородами в сравнительном плане количественно оценивает их реальную способность к самоочищению. На практике степень загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами часто многократно превышает УДСЗ, особенно на территориях нефтегазодобывающих предприятий и заправочных станций, а также в аварийных ситуациях. Для снижения уровня загрязнения и достижения УДСЗ потребуются современные технологии ремедиации почв, включая биотехнологии, которые могут обеспечить повышение ассимиляционной емкости и интенсификации процесса самоочищения в управляемом режиме.

Таким образом, почвы, степень загрязнения которых тем или иным поллютантом выше УДСЗ, должны будут подвергаться санации и рекультивации, так как без этих мероприятий они не выйдут из стадии деградации, и будут оказывать устойчивое негативное влияние на сопредельные среды. При разработке проектов рекультивации необходимо будет учитывать как актуальную, так и потенциальную ассимиляционную емкость почв в отношении загрязняющих веществ и возможность управления этими процессами с целью повышения потенциала самоочищения в соответствии с природными ресурсами и используемыми технологиями. Историческим примером являются тысячи гектаров нефтезагрязненных серо-бурых почв Апшеронского промышленного региона, обладающих наименее слабым ассимиляционным потенциалом в отношении нефтяных углеводородов по сравнению с другими типами почв.

Районирование почв различных биоклиматических зон Азербайджана по их ассимиляционному потенциалу открывает возможность установить уровень концентрации различных видов органических загрязняющих веществ в почвах и грунтах, выше которого почва не может сама справиться с загрязнением, ее ассимиляционный потенциал не сработает. Это уровень — верхний предел ассимиляционного потенциала будет варьировать для различных типов почв Азербайджана, как это было показано на примере нефтяного загрязнения почв. Единые шкалы устойчивости почв и их самоочищающей способности необходимы при разработке технологий, в первую очередь биотехнологий очистки загрязненных ландшафтов. Полученные результаты дают важные сведения при оценке эффективности дополнительных вложений материальных и финансовых ресурсов для очистки загрязненных почвенных экосистем в случае их загрязнения выше УДСЗ с целью достижения максимального эффекта от используемых мероприятий.

Почвенный покров является составной частью единого ассимиляционного поля ландшафтов, при этом значимость компонентов ассимиляционного потенциала — воздуха, воды и почвы — должна быть разной, что обусловлено различием в скоростях ассимиляции поллютантов на разных уровнях (при этом величина ассимиляционного потенциала для разных компонентов природной среды (воздух, вода, почвы и т. д.) определяется с учетом скорости ассимиляции поллютантов для каждого компонента). В этой связи для того, чтобы оценить емкость ассимиляционного потенциала ландшафтов на всей территории Azerbaijan необходимо наряду с почвой оценивать ассимиляционный потенциал всех компонентов природных ландшафтов — фитоценозов, водных экосистем (водоемов, поверхностных и грунтовых вод), воздушной среды как активных участников процессов самоочищения данной ландшафтной зоны, представляющей собой единую биосистему — биом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для сравнительной оценки степени самоочищающей способности различных типов почв Azerbaijan в случае загрязнения их нефтяными углеводородами впервые использовано понятие “ассимиляционный потенциал”.

Ассимиляционный потенциал природных и антропогенных ландшафтов на территории Azerbaijan определяется буферностью компонентов природной среды, степенью устойчивости к загрязнению. Представляется, что в “паспортах” различных типов почв наряду с их физико-химическими и биологическими показателями должны быть отражены показатели их ассимиляционной емкости в отношении различных видов загрязняющих веществ, которые должны учитываться при разработке ОВОС (оценки воздействия на окружающую среду) в экологических значимых проектах.

Исследования в этой области открывают перспективы и возможность оценить ассимиляционный потенциал ландшафтов страны с целью разработки научной основы управления природными средами и выбора уровней экологического риска в пределах от минимального до максимально допустимого для различных типов загрязняющих веществ.

С точки зрения текущих и перспективных экологических рисков в Azerbaijan серо-бурые и сероземные почвы аридных зон, характеризующиеся низким ассимиляционным потенциалом, было бы стратегически правильно использовать не под однолетние технические культуры — хлопчатник и др., а в основном под многолетние посадки, например, виноградники, фруктовые сады, лесные насаждения и т. д., где будут ослаблены

процессы эрозии, повысится биогенность почв, а соответственно и способность к самоочищению. Известна полифункциональность ассимиляционных свойств фитоценозов в сложных процессах самоочищения ландшафтов (фитоэкстракция, фитодеградация, ризодеградация и др.), при этом фитоценозы участвуют в очистке как атмосферы, так и почвенного покрова и грунтовых вод от различных видов поллютантов органической природы, включая углеводородной [14]. По крайней мере, в ближайшие годы желательно довести площадь зеленых насаждений в этой зоне минимум до 20–30%. Тогда, в ближайшей перспективе постепенно может быть положен конец фрагментированности экологического каркаса страны, а многолетние насаждения будут выполнять роль связующего звена, так называемых коридоров (транзитных территорий), обеспечивающих необходимую ландшафтную взаимосвязь между ключевыми территориями — ландшафтами Большого и Малого Кавказа и Талышских гор; на территории Azerbaijan сформируется единая, нефрагментированная система экокаркаса (экологическая сеть) с высокой ассимиляционной емкостью, структурообразующими элементами которой будут фитоценозы и микробиоценоз почвенного покрова.

На Апшеронском полуострове с преобладанием серо-бурых и сероземных почв в районах расположения грязевых вулканов необходимо создание сплошных многоярусных зеленых насаждений — кустарников и деревьев, которые будут обладать высокой ассимиляционной емкостью поглощения загрязняющих веществ и выполнять роль буферных зон [13, 15]. Данная стратегическая задача в полной мере соответствует руководящим принципам формирования Общеввропейской экологической сети [4, 23, 36].

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветов Н.А., Арзамасова А.В., Кинжаев Р.Р., Трофимов С.Я., Шишконова Е.А. Методические подходы к оценке нефтезагрязненных земель Среднего Приобья // Проблемы агрохимии и экологии. 2012. № 3. С. 56–61.
2. Астраханцев Г.П., Менишуткин В.В., Минина Т.Р., Полосков В.Н. Ассимиляционный потенциал природной среды и водные ресурсы // Экономический рост, ресурсозависимость и социально-экономическое неравенство. Мат-лы IV Всерос. конф. СПб., 2014. С. 16–21.
3. Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г. Современная классификация почв Azerbaijan. Баку: Элм, 2006. 359 с.

4. Белоновская Е.А., Соболев Н.А., Тишков А.А. Географические основы формирования экологических сетей в России и Восточной Европы // Известия РАН. Сер. географическая. 2012. № 1. С. 128–130.
5. Брезгин В.С. Оценка динамики ассимиляционного потенциала водосборной территории Ивано-Арахлейских озер // Ивано-Арахлейские озера на рубеже веков (состояние и динамика). Новосибирск: СО РАН, 2013. 320 с.
6. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 102 с.
7. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 7–28.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
9. Егоров Н.С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 224 с.
10. Иларионов С.А., Маркарова М.Ю., Назаров А.В., Оборин А.А., Хмурчик В.Т. Нефтезагрязненные биогеоценозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). Пермь, 2008. 511 с.
11. Исмаилов Н.М. Глобалистика и экология Азербайджана. Баку: Элм, 2006. 192 с.
12. Исмаилов Н.М., Гаджиева В.И., Гасанова М.Г. Коэффициент минерализации углеводов как показатель самоочищающей способности нефтезагрязненных почв и эффективности применяемых методов их рекультивации // Изв. АН АзССР. Сер. биол. н. 1984. № 6. С. 76–85.
13. Исмаилов Н.М., Мамедова А.О., Садигова Н.А. К вопросу формирования экологического каркаса с высоким ассимиляционным потенциалом в районе расположения грязевых вулканов в Апшеронском промышленном регионе // Междунар. конф. “Дегазация Земли: геология и экология – 2018”. М. Актуальные проблемы нефти и газа. Вып. 4(23). 2018. <http://oilgasjournal.ru>
14. Квеситадзе Г.И., Хатисаивили Г.А., Садунишвили Т.А., Евстигнеева З.Г. Метаболизм антропогенных токсиантов в высших растениях. М.: Наука, 2005. 199 с.
15. Мамедова А.О., Исмаилов Н.М. Ассимиляционный потенциал территории Апшеронского промышленного региона в отношении техногенных загрязнителей атмосферы // Тр. Азербайджанского Национального комитета “Человек и Биосфера” (МаВ, ЮНЕСКО). 2018. Т. 13. С. 223–234.
16. Морфогенетические профили почв Азербайджана / Под ред. М.П. Бабаева, Ч.М. Джафаровой, В.Г. Гасанова. Баку: Элм, 2004. 202 с.
17. Никифорова Е.М. Почвенно-геохимические условия разложения и миграции нефтепродуктов в ландшафтах СССР // Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана среды. М.: Мысль, 1983. С. 130–145.
18. Оруджева Н.И. Биологическая оценка почв субтропической зоны Азербайджана в севооборотах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 109–114.
19. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1993.
20. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
21. Романова Э.П., Аляутдинов А.Р., Либерман М.А. Биологическая емкость как индикатор геоэкологического состояния ландшафтов (на примере Германии) // Проблемы региональной экологии. 2012. № 5. С. 34–40.
22. Рубцова С.И. Оценка бактериального самоочищения вод от нефтяных углеводородов в прибойной зоне акватории Севастополя (Черное море) // Экология моря. 2003. Вып. 64. С. 95–98.
23. Руководящие принципы формирования Общеввропейской экологической сети. Рабочая группа по Экологической сети Северной Евразии. Информационные материалы по экологическим сетям. М.: ЦОДП, 2000. Вып. 4. 31 с.
24. Скворцова И.Н., Звягинцев Д.Г., Лукина Н.Н. Мутагенная и антимутагенная активность почв // Микроорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 193–204.
25. Степанов А.Л., Цветнова О.Б., Паников С.Н. Изменение структуры микробного сообщества под влиянием нефтяного и радиоактивного загрязнения // Почвоведение. 2012. № 12. С. 1320–1324.
26. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. 2011. № 2. С. 190–198.
27. Трофимов С.Я., Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Суханова Н.И., Осипова Н.Н. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестник Моск. ун-та. 2000. Сер. 17: Почвоведение, № 2. С. 30–34.
28. Экологический Атлас Азербайджанской Республики. Баку, 2009. 112 с.
29. Эюбов А.Д. Бонитировка климата Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1975. 148 с.
30. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование почв и управление их качеством // Почвоведение. 2011. № 5. С. 582–596.
31. Яковлев А.С., Никулина Ю.Г. Экологическое нормирование допустимого остаточного содержания нефти в почвах земель разного хозяйственного назначения // Почвоведение. 2013. № 2. С. 234–239.
32. Ярош О.Б. Механизмы оценки ассимиляционного потенциала почв Украины // Уч. зап. Таврического национального ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Экономика и управление. 2014. Т. 27(66). № 4. С. 176–184.
33. Babaev M.P., Orujova N.H. Assessment of the Biological Activity of Soils in the Subtropical Zone of Azerbaijan // Eurasian Soil Science. 2009. V. 42. № 10. P. 1163–1169.

34. Eurosoil 2008: soil – society – environment / Eds.: W.H. Blum, M.H. Gerzabek, M. Voldrazka. Vienna: BOKU, 2008. 400 p.
35. Orujova N.H. Microbiological Characteristics of Different Types of Irrigated Soils in the Subtropical Zone of Azerbaijan // *Eurasian Soil Science*. 2011. V. 44. № 11. P. 1241–1249.
<https://doi.org/10.1134/S1064229311030094>
36. Jongman R. Ecological Networks in Europe: congruent developments // *Landschap*. 1995. № 3. P. 123–130.
37. World Reference Base for Soil Resources 2014. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. Rome, 2015.
38. ZoBell C.E. Bacteriol degradation of mineral oils at temperatures // *The Microbial Degradation of Oil Pollutants*. 1973. P. 153–163.
39. ZoBell C.E. Microbial degradation of oil, present status problems and perspectives // *The Microbial Degradation of Oil Pollutants*. 1973. P. 3–17.

Approaches to Defining Permissible Concentrations of Oil and Petroleum Products for Different Soil Types Basing on Soil Assimilation Potential (Example of Soils in Azerbaijan)

M. P. Babayev^{1,*}, N. M. Ismaylov², S. I. Nadjafova², F. Sh. Keyserukhskaia², and N. I. Orudheva¹

¹*Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, M. Ragimst., 5, Baku, AZ 1073, Azerbaijan*

²*Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, M. Mushvigst., 103, Baku, AZ 1004, Azerbaijan*
*e-mail: mageram_babayev@mail.ru

The stability of natural landscapes, including soils, in the event of technogenic pollution is determined by self-purification factors, which in turn depend on the assimilation capacity of natural landscapes with respect to pollutants. The assimilation potential of different soils in Azerbaijan in case of contamination with petroleum hydrocarbons varies widely from 1t/ha/year for salt marshes to 12.5–13.1 t/ha/year for chestnut soils (Kastanozems) and mountain chernozems (Chernozems). The increased current carrying capacity of different soil types can be defined as the upper safe level of permissible concentration of hydrocarbon contaminants in them, introduced into the “Passport” of these soils and to inform the development of EIA.

Keywords: various soil types, pollution tolerance, biogenicity, assimilation potential, zoning, MPC of organic pollutants