

Уровни содержания и распределение нефтепродуктов в компонентах элементарных ландшафтов по мегапрофилю «Восточный Донбасс - побережье Таганрогского залива Азовского моря»

Ю.А. Федоров, А.Н. Кузнецов, Л.Ю. Дмитрик, Е.В. Кузнецова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Были проведены экспедиционные исследования с целью отбора проб в компонентах элементарных ландшафтов - атмосферных осадках (снеге), поверхностных водах, придорожной пыли, почве, донных отложениях и отложениях у уреза воды по маршруту г. Шахты (Восточный Донбасс) – с. Маргаритово (побережье Таганрогского залива) в Ростовской области. В отобранных образцах определена массовая концентрация нефтепродуктов (НП), анализ которых показал, что дорожная пыль и снег являются одними из источников загрязнения почв, поверхностных вод и донных осадков. Выявлена следующая последовательность уровней содержания нефтепродуктов по мере их снижения: дорожная пыль → почва → отложения у уреза воды → донные отложения → снег → поверхностные воды, которая сохраняется практически на всех, кроме одной, станциях. Содержание нефтепродуктов в почвах региона следует оценить, как изменяющееся от допустимого до среднего, в то время как поверхностные воды содержали этот поллютант в концентрациях ниже ПДК для вод рыбохозяйственного использования.

Ключевые слова: элементарный, ландшафт, природные компоненты, нефтепродукты, Ростовская область, дорожная пыль, почва, донные отложения, снег, поверхностные воды

Введение

Нефть и нефтепродукты представляют собой сложные смеси, состоящие из нескольких сотен индивидуальных углеводородов и окисленных соединений. Согласно доминирующей и наиболее аргументированной теории, нефть является продуктом преобразования органического вещества в осадочных горных породах, и в результате действия различных природных процессов она может выноситься на земную поверхность, попадать в водные объекты. Кроме того, многие содержащиеся в сырой нефти углеводороды в больших количествах вырабатываются живыми организмами [1, 2], что дает основание оценить их присутствие в окружающей среде, как обусловленное естественными факторами и процессами [3, 4].

В последние несколько десятилетий огромные масштабы добычи, транспортировки и переработки нефти обусловили широкое распространение нефтяного загрязнения. Так, в 2018 г. мировая добыча нефти достигла своего исторического максимума – 4487 млн т в год [5]. К настоящему времени, несмотря на пандемию COVID-19, объем добычи снизился незначительно (до 4221 млн т по итогам 2021 г.). При попадании в почву сырой нефти и продуктов её переработки, возможно вследствие латеральной и радиальной миграции по почвенному профилю вторичное загрязнение [6] компонентов элементарных ландшафтов. В некоторых районах Земного шара нефтяное загрязнение приобрело хронический характер и достигло масштабов, при которых нарушается естественный круговорот вещества и энергии, подрывается экологическое равновесие, наносится серьезный ущерб природным экосистемам [2, 7]. Поскольку в нашей работе мы будем затрагивать состав нефти и нефтепродуктов, то считаем необходимым остановиться на его кратком обсуждении.

Нефть представляет собой жидкость коричневого или черного цвета с зеленоватым или зеленовато-желтым отливом. В зависимости от месторождений, нефти могут сильно отличаться друг от друга по химическому составу, плотности, вязкости, агрегатному состоянию, цвету и другим физическим свойствам. Плотность сырой нефти и большинства нефтепродуктов меньше плотности воды. Исключение составляют тяжелые мазуты и некоторые смазочные масла. Для сырой нефти различного происхождения относительная плотность при температуре 20°C колеблется в пределах 0,72–1,02 г/см³ [2,8,9].

Главным компонентом нефти и нефтепродуктов являются углеводороды – большая группа веществ, состоящих только из атомов углерода и водорода. Их доля может изменяться от 50 до 98%. Всего в нефти идентифицировано несколько сотен индивидуальных углеводородов. Они

относятся, в основном, к следующим классам: алканы (парафины), циклоалканы (нафтены), ароматические углеводороды (арены), полициклические ароматические углеводороды (полиарены), алкены (олефины). В сырой нефти содержатся также асфальтовые компоненты, кислородные, азотистые, сернистые соединения и смолисто-асфальтеновые вещества. Присутствие сернистых соединений увеличивает токсичность нефти [4].

Смолисто-асфальтеновые вещества занимают второе место по содержанию в сырой нефти после углеводородов. В нефтяных месторождениях Евразии, где, согласно данным Д.Г. Антониади и соавторов [10], сосредоточено около 80% мировых запасов нефти, доля смол изменяется в пределах 0,01–67%, а асфальтенов – от 0,01 до 80% [11]. Мировые запасы высокосмолистых тяжелых нефтей и природных битумов в несколько раз превышают запасы легких нефтей, однако в настоящее время их доля в общей мировой добыче составляет лишь около 15%. Впрочем, по мере исчерпания запасов высокосмолистые нефти будут становиться основным сырьем энергетики [10]. Отметим, что эта тенденция грозит в будущем окружающей среде, в случае попадания в неё высокосмолистой нефти, и может привести к накоплению более стойких к биодegradации веществ.

На суше, в таких, как РФ, государствах, основная часть добываемой нефти и нефтепродуктов перемещается с использованием трубопроводного транспорта. Количество аварийных ситуаций при этом ежегодно неуклонно увеличивается, в связи с длительной эксплуатацией трубопроводов. Часто аварии на трубопроводном транспорте вызывают возникновение пожаров и взрывов транспортируемых продуктов. Серьезные инциденты подобного рода происходили на газопроводе в Ярославской области (май 1993 г.), на участке магистрального нефтепровода «Лисичанск – Тихорецк» вблизи

хутора Атаманово-Власовка Ростовской области (октябрь 1993 г.), на магистральном газопроводе «Средняя Азия – Центр» в Московской области (апрель 1994 г.), в Илийском районе Башкортостана (июнь 1989 г.), на Мессояхских месторождениях в районе Норильска (ноябрь 1989 г.) [2, 12]. Большое количество нефтепродуктов поступает при работе силовых установок, автотранспорта через атмосферный канал в составе жидких и твердых выпадений. Педосфера, как и гидросфера Земли, является поглотителем нефти, нефтепродуктов и других загрязняющих веществ, а один из важных поставщиков в них - дорожная пыль и атмосферные осадки [13, 14]. Кроме того, Большое количество углеводородов поступает в почву и водоемы естественным путем в результате обнажения и эрозии осадочных пород, угленосных отложений [6,15], а также, вследствие эолового переноса загрязненной нефтепродуктами дорожной пыли. Поэтому почвы, отобранные вблизи дорожных магистралей, как правило, испытывают сильное загрязнение [7].

Таким образом, почвы наряду с поверхностными водами, являются объектами, перманентно подвергающимися нефтяному загрязнению, особенно в районах добычи и разведки углеводородов. В работах [16, 17], как правило, основной упор делался на изучении поступления сырой нефти в почвы и их деградацию в результате аварий на нефтепроводах в районах разведки и добычи углеводородного сырья, а также утечек из резервуаров, в которых они хранились в районах РФ с холодным климатом. Значительно меньше работ, посвященных изучению трансформации нефтяных загрязнений как донных, так и береговых отложений и почв в районах с более мягким климатом [18 – 20].

Отметим, что важным направлением исследований является изучение влияния загрязнения сырой нефтью и нефтепродуктами на биологические свойства почв в работе [19], где в опытах обнаружено неоднозначное

воздействие нефти и бензина на биологическую активность черноземов. Ингибирующее влияние на них оказывали только высокие дозы загрязнения. Некоторые загрязняющие вещества нефтяного ряда при низких дозах загрязнения вызывали даже повышение биологической активности черноземов.

Обратим также внимание на то, что изучение уровней загрязнения сырой нефтью и продуктами её переработки исследовались, в основном, в отдельных компонентах элементарных ландшафтов – воде, донных отложениях, береговых отложениях или почвах. Значительно реже они одновременно изучались в двух- и трех компонентах элементарных ландшафтов – «поверхностные воды – донные отложения» и «поверхностные воды – донные отложения – отложения у уреза воды» [2,3,15].

Поэтому представляется чрезвычайно важным исследовать уровни содержания нефтепродуктов в каскадной шестикомпонентной системе «дорожная пыль – почва – отложения у уреза воды – донные отложения – снег – поверхностные воды» в южных регионах европейской территории России, одним из которых является Ростовская область.

Объект, материалы и методы

Уникальность экспедиции состоит в том, что отбор проб производился по мегапрофилю от п. Маргаритово (побережье Азовского моря) до г. Шахты (Восточный Донбасс). Протяженность профиля составила более 150 км. Мегапрофиль был проложен через три кластера с различной спецификой антропогенной нагрузки. Это побережье Таганрогского залива с относительно низкой антропогенной нагрузкой, затем урбанизированная территория Ростовской агломерации и далее эпицентр угледобывающего района Восточного Донбасса г. Шахты. Назовем эти кластеры следующим образом: I- Азовский, II- Ростовский, III- Шахтинско-Новочеркасский.

Отметим, что Шахтинский район и район г. Новочеркаска объединены в один кластер, в связи с тем, что в первом развита угледобывающая промышленность, а во втором расположена, использующая угли Донецкого бассейна, Новочеркасская ГРЭС, являющиеся мощными источниками техногенного загрязнения [21].

Во время проведения экспедиции в январе 2022 г. температура воздуха достигала $-5 - -2^{\circ}\text{C}$. Она возрастала с севера на юг. Скорость ветра варьировалась в диапазоне 2,0–3,5 м/с (направление ЮЗ), давление – 758–766 мм рт. ст. Ночью с 19.01.22 на 20.01.22 выпал снег. Снегопад продолжался и во время проведения экспедиции. Пробы были отобраны на 10 станциях, согласно маршруту экспедиции г. Шахты – с. Маргаритово (рис.1). На станциях производился единовременный отбор проб компонентов элементарных ландшафтов - дорожной пыли, верхнего слоя почвы, верхнего слоя донных отложений, донных отложений у уреза воды, поверхностных вод и свежевыпавшего снега, для определения в них массовой концентрации НП.

Транспортировка и хранение проб почвы и дорожной пыли были проведены, согласно требованиям (ГОСТ 17.4.4.02-84), снега (ГОСТ 17.1.4.01-80). Определение массовой доли нефтепродуктов в отобранных образцах проводилось в Институте наук о Земле ЮФУ флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» согласно методикам [22, 23]. По этим методикам в качестве растворителя принят гексан, экстрагирующий неполярные и малополярные углеводородные соединения нефти (алифатические, алициклические, ароматические), а также вводится поправка на потери летучих соединений. Таким образом, нами были определены только нефтяные углеводороды (НУ), в то время как, например, в работах [2, 3] для научных и практических целей определялась также отдельно сумма смол и асфальтенов (сумма смолистых компонентов). При

сравнении с нашими более ранними результатами брались сведения, полученные путем определения только углеводов по методикам [22, 23], т.е. так же, как это представлено в работах [20,24].

Согласно результатам исследований, содержание нефтепродуктов в дорожной пыли варьировалось в пределах 40,7–4683,1 (среднее – 1991,6) мг/кг сухого веса (с.в.). Максимальная концентрация нефтепродуктов была зарегистрирована в пробе, отобранной на дороге вблизи парка Островского г. Ростова-на-Дону (ст. 5), минимальная – в х. Береговой (ст. 3а).

Диапазон варьирования содержания нефтепродуктов в снеге составлял 0,045–0,265 (среднее – 0,15) мг/дм³. Самая высокая концентрация обнаружена в снеге на набережной р. Дон в г. Ростове-на-Дону (ст. 1а), самая низкая – в снеге станицы Грушевская (ст. 3). Отметим, что на содержание нефтепродуктов в дожде и снеге не установлены уровни ПДК. В то же время, известно, что атмосферные осадки попадают в почвы, поверхностные и грунтовые воды и, следовательно, могут оказать на них негативное воздействие. Поэтому, мы считаем вполне уместным сравнение содержаний нефтепродуктов в снеге со значениями ПДК для поверхностных вод. Содержания нефтепродуктов в отобранных пробах снега оказались выше ПДК в воде водных объектов рыбохозяйственного значения. Следовательно, выпадающие на поверхность почв и водных объектов гидрометеоры на территории Ростовской области могут способствовать загрязнению компонентов ландшафтов.

Диапазон колебания концентрации нефтепродуктов в поверхностном слое почвенного покрова изменялся в пределах 31,1–2390,3 (в среднем 764,9) мг/кг, максимальное значение было зафиксировано в почве вблизи дороги, проходящей рядом с парком Островского (ст. 5), а минимальное – в почве х. Береговой (ст. 3а). До настоящего времени ПДК нефти в почве не установлены. На основании устаревшего, но не потерявшего актуальность

«нормативного документа» (Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами), содержание нефти в почве в пределах 1 г/кг оценивают, как допустимое, 1,0–2,0 г/кг – низкое, 2,0–3,0 г/кг – среднее, 3,0–5,0 г/кг – высокое и более 5,0 г/кг – очень высокое, хотя обоснование этих критериев отсутствует. Если следовать данным «нормативным» показателям, то содержания нефтепродуктов в почве Ростовской области следует оценить, как колеблющиеся от допустимого до среднего уровня.

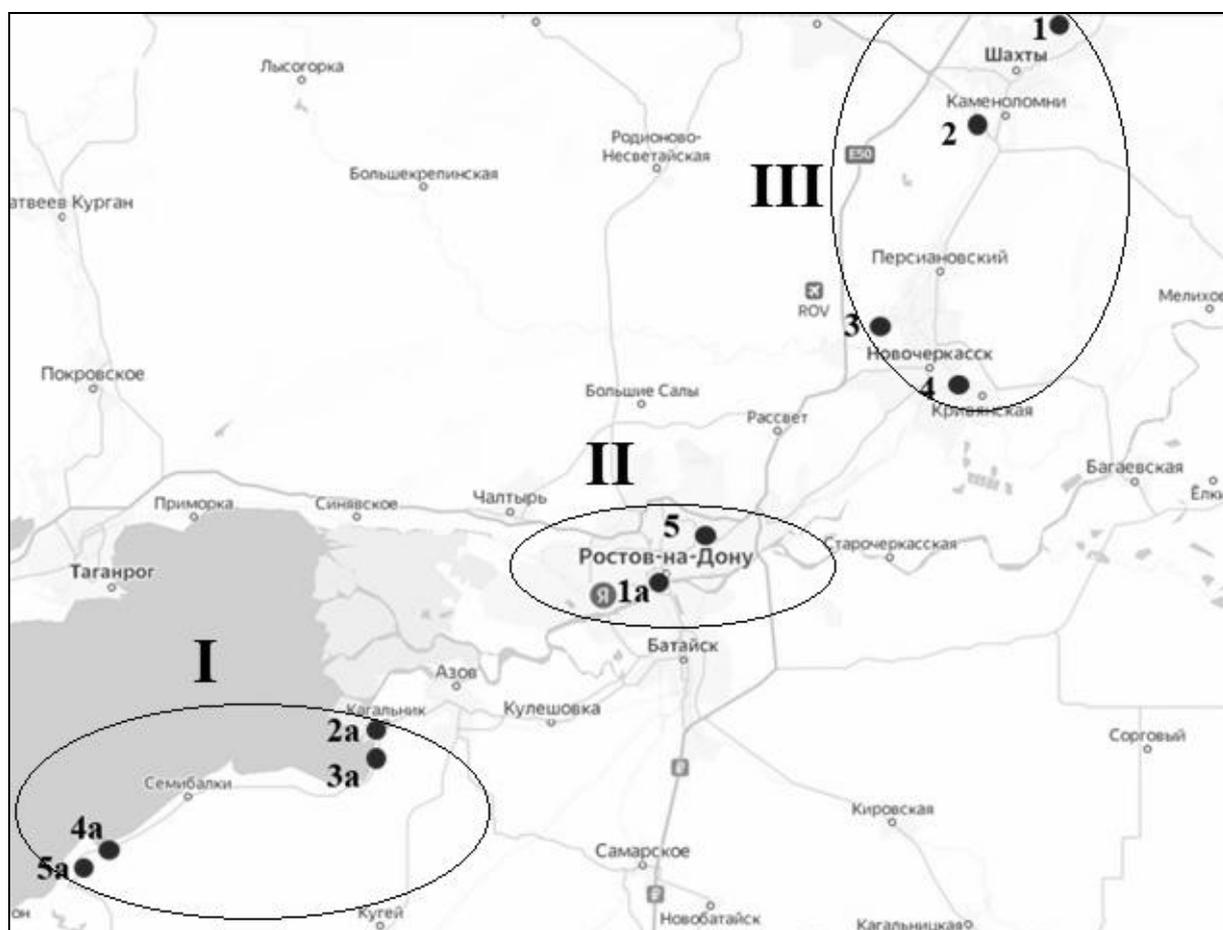


Рис. 1. – Картограмма района исследования

I – Азовский кластер; II – Ростовский кластер; III – Шахтинско-Новочеркасский кластер.

Для сравнения отметим, что в ходе исследований на месте разлива сырой нефти в Родионово-Несветайском районе Ростовской области на нефтепроводе «Лисичанск – Тихорецк», проведенных в 1993 г. 40 дней спустя после аварии, наибольший уровень загрязнения почв был выявлен в балке, расположенной ближе всего к месту разрыва нефтепровода. В целом, в почвах района аварии концентрация нефтепродуктов изменялись от 0,13 до 299,0 г/кг. В почвах, отобранных у протекающего по дну балки ручья, содержание сырой нефти было существенно выше и изменялось в пределах 43,0–299,0 г/кг (в среднем 18,5 г/кг), быстро снижаясь до «фоновому» уровня (в среднем 0,20 г/кг на бортах балки [2,18]).

На рис. 2 представлено изменение средних, минимальных и максимальных концентраций нефтепродуктов в пробах снега, дорожной пыли, почвы, отложений у уреза воды, поверхностных вод и донных отложений. Самые высокие уровни содержания нефтепродуктов отмечены в дорожной пыли, далее следуют почва, отложения у уреза воды, донные отложения, снег, вода. Соотношение содержания нефтепродуктов в пыли по отношению к почвам, отложениям у уреза воды и донным осадкам соответственно равны 2,6, 11,2 и 11,7. Для почв и донных осадков соотношение содержания нефтепродуктов равно 4,3, а в системе «отложения у уреза воды – донные осадки» оно равно единице. Соотношение содержания нефтепродуктов в снеге по отношению к воде рек составило 8,3.

Таким образом, полученные сведения позволяют сделать вывод о том, что дорожная пыль и снег являются источником нефтепродуктов для почв, поверхностных вод и донных отложений. В свою очередь, поступление частиц почв, загрязненных нефтепродуктами, наряду с дорожной пылью и снегом, также приводит к ухудшению качества поверхностных вод и воздушной среды [7].

Представленная на рис. 2 модель способствует пониманию того, что нефтепродукты мигрируют с жидкими и твердофазными атмосферными осадками в растворенной форме и сорбированной на тонкодисперсных частицах дорожной пыли и почв. Попадая в поверхностные воды, они формируют загрязненное аллохтонное взвешенное вещество, которое затем депонируется в донных отложениях.

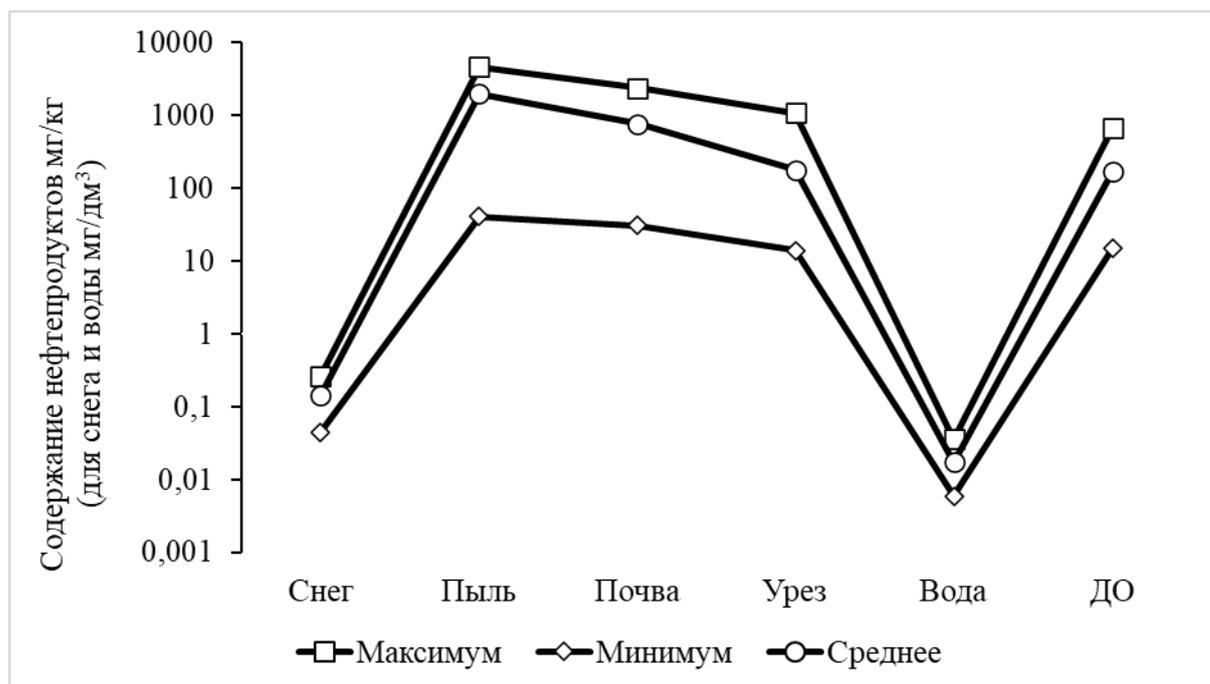


Рис. 2. – Количественная модель изменения концентраций нефтепродуктов в компонентах элементарных ландшафтов

Сравнение содержания нефтепродуктов в изученных средах позволяет для всего массива данных построить следующий ряд по мере их снижения: дорожная пыль → почва → урез воды → донные отложения → снег → вода, который сохраняется практически на всех, кроме одной, станциях. Отмечен тренд в симбатном снижении содержания нефтепродуктов в дорожной пыли, почвах и снеге по трансекту в направлении гг. Ростов-на-Дону, Шахты → побережье Таганрогского залива. Не исключено, что это обусловлено

различиями в существующей антропогенной нагрузке на педосферу и тропосферу, прежде всего автомобильной, в преимущественно урбанизированных и аграрных приморских районах Ростовской области [7]. Не менее важную роль в массопереносе загрязняющих веществ из промышленных и урбанизированных районов через атмосферный канал на акваторию Азовского моря играет ветровая активность и направление ветра. Как показано выше, во время отбора проб дул северо-восточный ветер из районов с высокой антропогенной нагрузкой. В соответствии с этим, было бы логично увидеть в снеге, отобранном на берегу Таганрогского залива, более высокие содержания нефтепродуктов, чем они оказались по факту.

В качестве рабочей гипотезы мы выдвинули следующее объяснение, которое, вероятнее всего, связано с особенностями вторжения воздушных масс на территорию Ростовской области. Так, в работе П.Г. Вовченко [25], описано существование в РО «ветрового коридора», удобного для проникновения с запада и востока воздушных масс с различными физическими и, добавим, экологическими характеристиками. Этот «ветровой коридор» при движении воздушных масс со стороны Восточного Донбасса, мог способствовать их перехвату и частичному предотвращению попадания на побережье и акваторию моря, переносимых ими загрязняющих веществ. Кроме того, очевидно, что содержащиеся нефтепродукты взвешенные частицы, поставляемые в атмосферу автотранспортом или поднимаемые ветром с поверхности почв, остаются в приземном слое воздуха, оседают неподалеку от дорог и, в основном, не переносятся на большие расстояния, тем более при наблюдавшейся в дни отбора проб и в предыдущие дни скорости ветра 2,0–3,5 м/с. Исключение представляет ситуация, когда под действием более сильных, часто продолжительных ветров, происходит эоловый массоперенос пыли, в том числе и на дальние расстояния.

Массовая доля нефтепродуктов в дорожной пыли первого кластера колебалась в пределах от 40,7 до 796,6 мг/кг, среднее значение составляло 491,4 мг/кг, во втором кластере этот показатель варьировался в интервале 3918,2–4683,1 мг/кг, в среднем 4300,7 мг/кг. В третьем кластере концентрация нефтепродуктов в дорожной пыли изменялась от 1718 до 2681,3 мг/кг в среднем 2337,2 мг/кг. Таким образом, видно, что максимальные уровни содержания НП наблюдаются в дорожной пыли II кластера, характеризующегося наибольшим сосредоточением автотранспорта, а минимальные - кластера I.

Содержание нефтепродуктов в почве первого кластера колебалось в диапазоне 31,1–500,0 мг/кг, среднее значение равнялось 270,3 мг/кг. В почвах второго кластера этот показатель изменялся от 1700,3 до 2391,3 мг/кг, среднее значение составляло 2045,3 мг/кг. В третьем кластере содержание нефтепродуктов варьировалось от 103,1 до 1295,6 мг/кг, средняя концентрация составила 619,4 мг/кг. Т.е., как и в случае с придорожной пылью, максимальные уровни содержания НП наблюдаются в почвах II кластера, а минимальные - кластера I. Таким образом, распределение содержания нефтепродуктов в почвах трех кластеров по мере его снижения выглядит следующим образом: кластер II > кластер III > кластер I. При этом отметим, что среднее «фоновое» содержание нефтепродуктов в почвах бортов балки Калиновой (не затронутых нефтяным загрязнением) [9] оказалось более низким в сравнении с таковым в почвах выделенных кластеров. Обратим внимание, что до катастрофы район разрыва нефтепровода можно было отнести к условно «фоновому». Особенно заметны различия в среднем содержании нефтепродуктов в почвах «фоновом» района в сравнении с почвами, отобранными в кластерах II и III (соответственно в 10 и 3 раза), что объясняется различиями в антропогенной нагрузке.

Концентрация нефтепродуктов в отложениях у уреза воды первого кластера изменялась от 14 до 43 мг/кг, среднее значение равнялось 22,6 мг/кг. В третьем кластере этот показатель варьировался в интервале 40,4–1089,6 мг/кг, в среднем 332,7 мг/кг. Во II кластере определения в отложениях у уреза воды не производились.

В донных отложениях кластера I нефтепродукты варьировались в пределах 15,0–80,0 мг/кг, в среднем 52,03 мг/кг. В третьем кластере этот показатель изменялся от 84,4 до 671,5 мг/кг, в среднем равнялся 287,7 мг/кг. Во II кластере определения в донных отложениях не производились. Оказалось, что при среднем «фоновом» содержании нефтепродуктов в донных отложениях р. Большая Крепкая, относящейся к бассейну Нижнего Дона (70,0 мг/кг) [18], содержания этих поллютантов в донных осадках I и II кластера были, соответственно, близки или превышали в 4 раза. Таким образом, показано, что содержание нефтепродуктов в отложениях у уреза воды и донных отложениях III кластера были выше, чем первого.

Массовая концентрация нефтепродуктов в снеге первого кластера колебалась в пределах от 0,07 до 0,15 мг/дм³, в среднем 0,105 мг/дм³. Во втором этот показатель изменялся от 0,218 до 0,28 мг/дм³, среднее значение равнялось 0,25 мг/дм³. Нефтепродукты в снеге третьего кластера варьировались в интервале 0,045–0,27 мг/дм³, в среднем 0,15 мг/дм³. Содержание нефтепродуктов в снеге кластера I было минимальным, в то время как в кластере II оно достигало максимальных значений.

Концентрация нефтепродуктов в воде водоемов и рек первого кластера изменялась в интервале 0,02–0,04 мг/дм³, средняя равнялась 0,028 мг/дм³. Для второго кластера этот показатель в среднем составлял 0,011 мг/дм³. В воде третьего кластера концентрация НП колебалась от 0,006 до 0,036 мг/дм³ и в среднем составляла 0,02 мг/дм³. Интересно, что содержание нефтепродуктов в поверхностном слое воды водных объектов не

синхронизировалась с распределением концентраций в других средах соответствующих кластеров. Возможно, это обусловлено тем, что содержание НП в поверхностных водах всех кластеров было ниже $0,05 \text{ мг/дм}^3$. При содержании нефтепродуктов в воде ниже этого предела, обычно, в соответствии с применяемой методикой, растет погрешность результатов определения, а следовательно, увеличивается разброс значений, и снижается достоверность анализа. В то же время, отметим, что ранее нами фиксировалась тенденция некоторого увеличения концентраций нефтепродуктов в дельте р. Дон и восточной части Таганрогского залива, т.е. в зоне смешения речных и морских вод, по сравнению с вышележащими участками р. Дон [3].

Распределение уровней содержания нефтепродуктов в кластерах по мегапрофилю свидетельствует в пользу того, что в загрязнении изученных компонентов элементарных ландшафтов нефтепродуктами большее влияние оказывают местные источники загрязнения в сравнении с более удаленными. Это видно на примере агломерации г. Ростова-на-Дону, где отмечается самое большое из трех рассматриваемых кластеров сосредоточение населения, автотранспорта, и обнаружены самые высокие содержания НП в дорожной пыли, почве, донных отложениях и снеге.

Констатировано, что в ходе проведенных исследований по мегапрофилю «с. Маргаритово (побережье Азовское море) – г. Шахты (Восточный Донбасс)» не было обнаружено аномально высоких уровней содержания нефтепродуктов, способных оказать на биологическую активность почв Ростовской области сильное ингибирующее воздействие. Тем не менее, учитывая перманентное загрязнение окружающей среды, включая почвы, особенно придорожные, выбросами автотранспорта и энергетических установок, необходимо проведение специальных исследований для выяснения, какое воздействие на экологическое состояние

региональной педосферы может оказать феномен её хронического загрязнения нефтепродуктами. Нельзя также исключить в будущем вероятность загрязнения почв в результате аварий, которые могли бы привести к снижению их биологической активности.

Заключение

Анализ массива данных экспедиционных исследований показал, что, согласно «нормативным» показателям, содержание нефтепродуктов в почвах Ростовской области следует оценить, как изменяющееся от допустимого до среднего уровня. Сделан вывод, что дорожная пыль и снег являются одними из доминирующих источников загрязнения почв нефтепродуктами. Построен следующий ряд уровней содержания нефтепродуктов по мере их снижения: дорожная пыль → почва → урез воды → донные отложения → снег → поверхностные воды, который сохраняется практически на всех, кроме одной, станциях. Распределение уровней содержания нефтепродуктов в кластерах по мегапрофилю свидетельствует в пользу того, что в загрязнении изученных компонентов элементарных ландшафтов нефтепродуктами большее влияние оказывают местные источники загрязнения в сравнении с дальним эоловым массопереносом. Отмечен тренд в симбатном снижении содержания нефтепродуктов в дорожной пыли, почвах, отложениях у уреза воды, донных отложениях и снеге по мегапрофилю в направлении гг. Ростов-на-Дону, Шахты → побережье Таганрогского залива. Не исключено, что это обусловлено различиями в существующей антропогенной нагрузке на педосферу и тропосферу, прежде всего автомобильной, в преимущественно урбанизированных и аграрных приморских районах Ростовской области.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания в сфере научной деятельности № 0852–2020-0029.

Литература

1. Вассоевич Н.Б. Основные закономерности, характеризующие органическое вещество современных и ископаемых осадков // Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. М.: Наука, 1973, С. 11–59.
2. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А. Нефтяное загрязнение в водных экосистемах. Закономерности естественной трансформации. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. 187 с.
3. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А. Нефтяные компоненты в устьевой области р. Дон и Азовском море (результаты многолетних исследований) // Водные ресурсы, 2014. Т. 41, № 1, С. 49–59.
4. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М.: Мир, 1982. 704 с.
5. BP Statistical Review of World Energy: 2022. 71st edition. London: British Petroleum, 2022. URL: [bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf)
6. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.
7. Федоров Ю.А., Кузнецов А.Н., Дмитрик Л.Ю., Кузнецова Е.В., Бэллинджер О.Ю. Уровни содержания нефтепродуктов в почвах, дорожной пыли и атмосферных осадках Ростовской области// Степная Евразия – устойчивое развитие: сборник материалов международного форума/Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2022, с.86-88.
8. Батуева И.Ю., Гайле А.А., Поконова Ю.В., Спиркин В. Г., Чертков Я. Б., Фахрутдинов Р. З., Сафиева Р. З., Тахистов В.В. Химия нефти / под ред. З.И. Сюняева. Л.: Химия, 1984. 360 с.

9. Богомолов А.И., Гайле А.А., Громова В.В., Драбкин А.Е., Неручев С.Г., Проскуряков В.А., Розенталь Д.А., Рудии М.Г., Сыроежко А.М. Химия нефти и газа: учеб. Пособие для вузов / под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. 3-е изд. доп. и испр. СПб.: Химия, 1995. 448 с.
10. Антониади Д.Г., Валуйский А.А., Гарушев А.Р. Состояние добычи нефти методами повышения нефтеизвлечения в общем объеме мировой добычи // Нефтяное хозяйство. 1999. № 1. С. 16 – 23.
11. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Закономерности изменчивости содержания смол и асфальтенов в нефтях Евразии // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 7. С. 695 – 701.
12. Шойгу С.К., Фалеев М.И., Кириллов Г.Н. и др. Учебник спасателя / под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: Сов. Кубань, 2002. 528 с.
13. Габова В.Н., Федоров Ю.А., Бэллинджер О.Ю., Доценко И.В., Михайленко А.В. Динамика засушливых периодов на примере бассейнов Соколовского водохранилища и Таганрогского залива // Инженерный вестник Дона, 2021, №10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2021/7224.
14. Федоров Ю.А. Динамика атмосферных осадков в районе месторождения лечебных сульфидных грязей озера Большой Тамбукан // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443.
15. Немировская И.А. Углеводороды в океане. М.: Научный Мир, 2004. 328 с.
16. Buzmakov S., Egorova D., Gatina E. Effects of crude oil contamination on soils of the Ural region // Journal of Soils and Sediments. 2018. pp 38–48. doi 10.1007/s11368-018-2025-0
17. Buzmakov, S. A., Khotyanovskaya Y. V. Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation// Applied Geochemistry, Volume 113, February 2020, 104443. doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443
-



18. Закруткин В.Е., Рышков М.М., Федоров Ю.А. Миноранский В.А., Истомин Г.В., Кузьмичева И.Я., Федяева В.В. Авария на нефтепроводе в Родионово-Несветайском районе Ростовской области: экологические последствия и прогноз // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 1994. № 3. С. 21 – 30.
19. Казеев К.Ш. Эколого-географические закономерности биологических свойств почв Юга России. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный госуниверситет, 2004. 51 с.
20. Околелова А.А., Капля В.Н., Лапченков А.Г. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах // Научные ведомости. Серия: Естественные науки, 2019. Т. 43, № 1, С. 76–86.
21. Minkina T.M., Fedorov Y.A., Nevidomskaya D.G., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Pol'shina T.N. Heavy metals in soils and plants of the Don river estuary and the Taganrog bay coast. - Eurasian Soil Science. 2017, Vol. 50, N 9, pp. 1033–1047.
22. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012). М, 2012. 25 с.
23. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012). М, 2012. 25 с.
24. Чукпарова А.У. Оценка состояния и биологическая рекультивация нефтезагрязненных почв // Всероссийский журнал научных публикаций, 2011, № 4, С. 24–25.
25. Вовченко П. Г. Погода, земля, человек: Местные признаки и народные приметы погоды //- Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1980. 30с.
-

References

1. Vassoevich N.B. Osnovny`e zakonomernosti, xarakterizuyushhie organicheskoe veshhestvo sovremenny`x i iskopaemy`x osadkov [Basic laws characterizing the organic matter of modern and fossil sediments]. Priroda organicheskogo veshhestva sovremenny`x i iskopaemy`x osadkov. M.: Nauka, 1973, P. 11–59.
2. Kuznecov A.N., Fedorov Yu.A. Neftyanoe zagryaznenie v vodny`x e`kosistemax. Zakonomernosti estestvennoj transformacii [Oil pollution in aquatic ecosystems. Patterns of natural transformation]. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. 187 p.
3. Kuznecov A.N., Fedorov Yu.A. Vodny`e resursy`, 2014. T. 41, № 1, pp. 49–59.
4. Xant Dzh. Geoximiya i geologiya nefti i gaza [Geochemistry and geology of oil and gas]. M.: Mir, 1982. 704 p.
5. BP Statistical Review of World Energy: 2022. 71st edition. London: British Petroleum, 2022. URL: [bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf)
6. Pikovskij Yu.I. Prirodny`e i texnogenny`e potoki uglevodorodov v okruzhayushhej srede [Natural and man-made flows of hydrocarbons in the environment]. M.: Izd-vo MGU, 1993. 208 p.
7. Fedorov Yu.A., Kuznecov A.N., Dmitrik L.Yu., Kuznecova E.V., Be`llindzher O.Yu. Urovni sodержaniya nefteproduktov v pochvax, dorozhnoj py`li i atmosfery`x osadkax Rostovskoj oblasti [Levels of petroleum products in soils, road dust and atmospheric precipitation of the Rostov region]. Stepnaya Evraziya – ustojchivoe razvitie: sbornik materialov mezhdunarodnogo foruma. Yuzhny`j federal`ny`j universitet. Rostov-na-Donu; Taganrog: Izdatel`stvo Yuzhnogo federal`nogo universiteta, 2022, pp.86-88.

8. Batueva I.Yu., Gajle A.A., Pokonova Yu.V., Spirkin V. G., Chertkov Ya. B., Faxrutdinov R. 3., Safieva R. 3., Taxistov V.V. Ximiya nefti [Chemistry of oil]. pod red. Z.I. Syunyaeva. L.: Ximiya, 1984. 360 p.
 9. Bogomolov A.I., Gajle A.A., Gromova V.V., Drabkin A.E., Neruchev S.G., Proskuryakov V.A., Rozental` D.A., Rudii M.G., Sy`roezhko A.M. Ximiya nefti i gaza [Chemistry of oil and gas]: ucheb. Posobie dlya vuzov. Pod red. V.A. Proskuryakova, A.E. Drabkina. 3-e izd. dop. i ispr. SPb.: Ximiya, 1995. 448 p.
 10. Antoniadi D.G., Valujskij A.A., Garushev A.R. Neftyanoe xozyajstvo. 1999. № 1. pp. 16 – 23.
 11. Polishhuk Yu.M., Yashhenko I.G. Geologiya i geofizika. 2003. T. 44. № 7. pp. 695 – 701.
 12. Shojgu S.K., Faleev M.I., Kirillov G.N. i dr. Uchebnik spasatelya [The rescuer's textbook]. Pod obshh. red. Yu.L. Vo`rob`eva. 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar: Sov. Kuban`, 2002. 528 p.
 13. Gabova V.N., Fedorov Yu.A., Be`llindzher O.Yu, Docenko I.V., Mixajlenko A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2021/7224.
 14. Fedorov Yu.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4443.
 15. Nemirovskaya I.A. Uglevodorody` v okeane [Hydrocarbons in the ocean]. M.: Nauchny`j Mir, 2004. 328 p.
 16. Buzmakov S., Egorova D., Gatina E. Journal of Soils and Sediments. 2018. pp 38–48. doi 10.1007/s11368-018-2025-0
 17. Buzmakov, S. A., Khotyanovskaya Y. V. Applied Geochemistry, Volume 113, February 2020, 104443. doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443
 18. Zakrutkin V.E., Ry`shkov M.M., Fedorov Yu.A. Minoranskij V.A., Istomin G.V., Kuz`micheva I.Ya., Fedyaeva V.V. Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvenny`e nauki. 1994. № 3. pp. 21 – 30.
-

19. Kazeev K.Sh. E`kologo-geograficheskie zakonomernosti biologicheskix svojstv pochv Yuga Rossii [Ecological and geographical patterns of biological properties of soils in the South of Russia]. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskix nauk. Rostov-na-Donu: Rostovskij gosudarstvenny`j gosuniversitet, 2004. 51 p.
20. Okolelova A.A., Kaplya V.N., Lapchenkov A.G. Nauchny`e vedomosti. Seriya: Estestvenny`e nauki, 2019. T. 43, № 1, P. 76–86.
21. Minkina T.M., Fedorov Y.A., Nevidomskaya D.G., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Pol'shina T.N. Eurasian Soil Science. 2017, Vol. 50, N 9, pp. 1033–1047.
22. Metodika izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probax prirodny`x, pit`evy`x, stochny`x vod fluorimetriceskim metodom na analizatore zhidkosti «Flyuorat-02» (M 01-05-2012) [Methodology for measuring the mass concentration of petroleum products in samples of natural, drinking, wastewater by the fluorimetric method on the liquid analyzer "Fluorat-02" (M 01-05-2012)]. M, 2012. 25 p.
23. Metodika izmerenij massovoj doli nefteproduktov v probax pochv i gruntov fluorimetriceskim metodom na analizatore zhidkosti «Flyuorat-02» (M 03-03-2012) [Method of measuring the mass fraction of petroleum products in soil and soil samples by the fluorimetric method on the liquid analyzer "Fluorat-02" (M 03-03-2012)]. M, 2012. 25 p.
24. Chukparova A.U. Vserossijskij zhurnal nauchny`x publikacij, 2011, № 4, P. 24–25.
25. Vovchenko P. G. Pogoda, zemlya, chelovek: Mestny`e priznaki i narodny`e primety` pogody` [Weather, earth, man: Local signs and folk signs of the weather] // - Rostov n/D : Kn. izd-vo, 1980. 30p.
-