

УДК 54.168:374.001

Дмитрий Ильич Перепелица

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук
614990, Пермь, Ленина, 13а
e-mail: perepelitsa_di@mail.ru

Dmitri I. Perepelitsa

Federal State Budgetary Institution of Science Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
13a, Lenina st., Perm, 614990

К ВОПРОСУ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ Р. ЯСЫЛ

В работе рассмотрены основные характеристики водосбора реки Ясыл, рассмотрены основные характеристики водного режима реки. Выполнен анализ химического состава воды отобранной из различных точек речной сети. Результаты анализа нанесены на картографические материалы для выполнения пространственного анализа. Выявлены закономерности распределения основных химических элементов по длине водотока.

Ключевые слова: загрязнение нефтепродуктами поверхностных вод, карстовые районы, антропогенное воздействие на водотоки в карстовых районах, река Ясыл.

TO THE QUESTION OF SOURCES OF OIL PRODUCTION IN THE SURFACE WATER OBJECTS R. YSYL

In this paper, the main characteristics of the watershed of the Yasyl river are considered, the main characteristics of the water regime of the river are considered. The analysis of the chemical composition of water taken from various points of the river network was performed. The results of the analysis are plotted on cartographic materials for spatial analysis. The patterns of distribution of the main chemical elements along the length of the watercourse are revealed.

Key words: oil pollution of surface water, karst areas, anthropogenic impact on watercourses in karst areas, the Yasyl river.

Одним из наиболее опасных веществ, загрязняющих среду обитания, в силу своих свойств и масштабов использования является нефть. Нефтепродукты негативно воздействуют на почвенный слой, поверхностные воды и геологическую среду, в том числе и на подземные воды. Работы по добычи нефти всегда связаны с риском загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Дополнительные риски возникают при проведении работ в сложных геологических условиях, например в закарстованных районах. Ярким примером является добыча нефти на водосборе р. Ирень.

Ситуация с зафиксированными значительными превышениями концентраций нефтепродуктов в реке Ясыл, достаточно неоднозначна. Высокие концентрации нефтепродуктов в воде водотоков несколько раз фиксировались в разных точках водосбора. Источник поступления достоверно установить не удалось.

Река Ясыл является правобережным притоком реки Ирень. Площадь водосбора 47,6 км², длина 11,6 км. Постоянных гидрометрических постов Росгидромета в исследуемом бассейне нет [1].

Река Ясыл начинается небольшим родником, несколько раз исчезает с поверхности и появляется вновь. Кроме более или менее крупных карстовых рек имеются мелкие карстовые ручьи. Эти ручьи вытекают из пещеры, неоднократно теряется и появляется вновь до впадения в р. Ирень.

Дно долины р. Ясыл, характеризуется залеганием гипсов и ангидритов под песчано-глинистыми отложениями ниже уровня минерализованных подземных вод. Не исключается возможность появления на поверхности просянок диаметром до 5 м.

На склонах долины р. Ясыл и суходолов, где карстующиеся сульфатные породы перекрыты элювиально-делювиальными и карстовыми отложениями мощностью до 25 м, есть условия для образования крупных подземных полостей, а на поверхности — провалов с поперечником до 12 м. характеризуются высоким залеганием гипсов и

ангидритов относительно уровня подземных вод и отсутствием покровных образований.

По водному режиму реки рассматриваемой территории относятся к типу с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенними дождевыми паводками и длительной устойчивой зимней меженью. В питании водотоков преимущественное значение имеют снеговые воды. Доля талых вод в суммарном стоке достигает 70-90%. В среднем, примерно 20-30% годового стока формируется подземным путем [1].

Величина подземной составляющей стока наибольших значений (до 50% годового стока и более) достигает у карстовых водотоков, а также у рек, бассейны которых с поверхности сложены песчаными грунтами.

В ходе выполнения работ был выполнен отбор проб воды за три гидрологических сезона: в марте – период зимней межени и в апреле – период половодья, август – период летне-осенней межени. По отобраным пробам воды был выполнен химический анализ концентраций загрязняющих компонентов.

На исследуемом объекте был выполнен режимный отбор водных проб с признаками нефтяного загрязнения с целью установления химического состава взвесей и динамики изменения концентрации загрязнения воды нефтепродуктами и другими загрязняющими веществами.

Пробы подземных и поверхностных вод отбирались на определение содержания микроэлементов, тяжелых металлов, нефтепродуктов, изотопный состав O16, N3. Лабораторные работы также включали в себя сокращенный анализ водных проб: физические свойства, водородный показатель – pH, гидрокарбонат- и карбонат-ионы, хлориды, сульфаты, кальций, магний, сухой остаток, сумма натрия и калия (расчетом), виды жесткости (расчетом).

Отбор, хранение и транспортировка проб воды осуществлялись в соответствии с ГОСТ 17.1.5.04-81, ГОСТ 17.1.5.05-85, ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 17.1.4.01. Химические анализы проб поверхностных и подземных вод выполнены в лаборатории кафедры динамической геологии и гидрогеологии геологического факультета ПГНИУ.

Пробы отбирались в 3 сезона – зимнюю межень (15-16 марта), весеннее половодье (27-28 апреля) и летнюю межень (1-2 августа).

Местоположение площадок отбора проб приведено на рисунке 1. Перечень площадок представлен в таблице 1. Фотографии участка выхода подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, выполненные в разные периоды, представлены на рисунке 2. В ходе полевых работ отобрано 52 проб воды на химический состав.

Вода исследуемых точек имеет нейтральный pH (в среднем 7,4). В марте минерализация воды в среднем составляет 2470 мг/дм³ (2,47 рыбохозяйственных ПДК (далее ПДК р/х)), минимальное значение 2200 мг/дм³ зафиксировано в Родник 6, максимальное – 2760 мг/дм³ зафиксировано в точке отбора Пещера.

В апреле минерализация воды достаточно высокая, в среднем 2050 мг/дм³, колеблется от 2500 мг/дм³ в точке Родник 2 до 700 мг/дм³ в точке Ручей 4. Такая высокоминерализованная вода характерна для закарстованных районов. Практически во всех точках (кроме ручья 4) наблюдается превышение ПДК р/х по минерализации более чем в 2 раза. Малая минерализация ручья 4 связана, по-видимому, с поверхностным стоком пресных талых вод. В целом, минерализация в период весеннего половодья ниже, чем в период зимней межени, что связано с притоком поверхностного (относительно пресного) стока.

В целом вода исследуемого района сульфатно-кальциево-гидрокарбонатная, что опять же характерно для карстовых районов.

Таблица 1

Перечень пробных площадок

№	Описание	Поверхностные воды	Подземные воды
ПП 1	Родник 1		+
ПП 2	Родник 2		+
ПП 3	Родник 3		+
ПП 4	Дамба, ручей 1	+	
ПП 5	Восходящие грифоны, родник 5		+
ПП 6	Озеро, понор под скальное обнажение	+	
ПП 7	Ручей 1	+	
ПП 9	Понор перед трубопроводом	+	
ПП 10	Пещера		+
ПП 11	Родник 7 (ручей 1)		+
ПП 12	Родник 8		+
ПП 13	Выход реки, родник 9		+
ПП 15	Загрязненная карстовая воронка		
ПП 18	Родник 6 (ручей 2)		+
ПП 19	Ручей 2, ниже нефтеловушки	+	
ПП 20	Ручей 3, ниже слияния ручья 1 и ручья 2	+	

№	Описание	Поверхностные воды	Подземные воды
ПП 21	Ручей 4	+	
ПП 22	Ручей 3, ниже впадения ручья 4	+	
ПП 23	Ручей 5	+	
ПП 24	Река, выше впадения ручья 5	+	
ПП 25	Река, ниже впадения ручья 5	+	
ПП 26	Река, ниже прудов	+	
ПП 27	Река, устье	+	

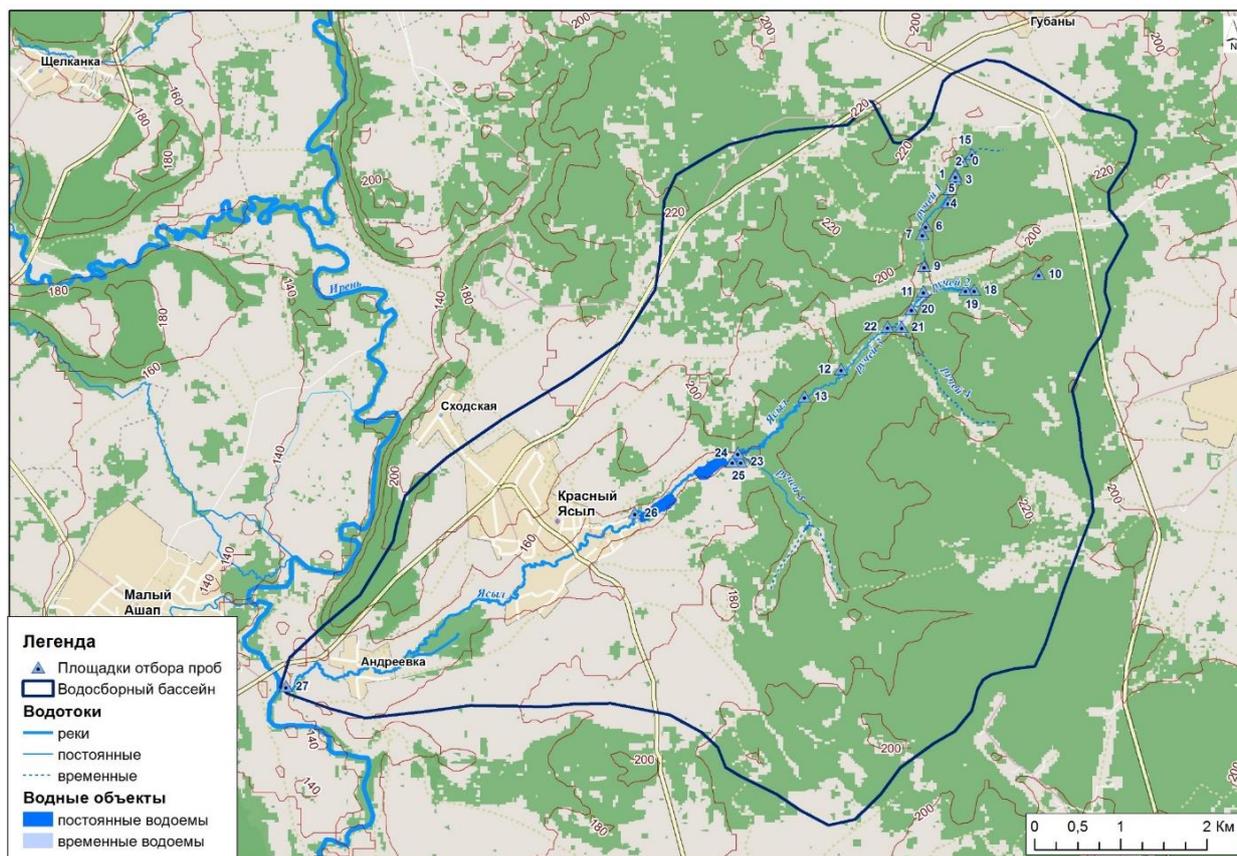


Рис.1. Местоположение площадок отбора проб

В марте средняя концентрация сульфатов составляет 1478 мг/дм³ (14 ПДК р/х), минимальная - 1280 мг/дм³ (12 ПДК р/х) – Родник 6, максимальная – 1572 мг/дм³ (15 ПДК р/х) – Ручей 2.

В апреле средняя концентрация сульфатов составляет 1198 мг/дм³ (11 ПДК р/х), минимальная – 403 мг/дм³ (4 ПДК р/х) – Ручей 4. Максимальная концентрация составила 1448 мг/дм³ (14 ПДК р/х) – Родник 8, Скальный лог.

В марте средняя концентрация иона кальция составляет 607 мг/дм³ (3,37 ПДК р/х), минимальная – 547 мг/дм³ приурочена к Родник 6, максимальная - 694 мг/дм³ (3,89 ПДК р/х) – точка Река Ясыл ниже прудов.

В апреле средняя концентрация иона кальция составляет 515 мг/дм³ (2,86 ПДК р/х), минимальная – 174 мг/дм³ приурочена к Ручью 4, максимальная - 611 мг/дм³ (3,4 ПДК р/х) – точка Пещера.

На долю остальных макрокомпонентов остается менее 20% и их концентрация не превышают рыбохозяйственные ПДК. Средняя концентрация по иону магния составляет 30,4 мг/дм³ (март) - 25,9

мг/дм³(апрель), варьируется от 7,6 мг/дм³ (ручей 4 - апрель) до 39 мг/дм³ (Пещера). Средняя концентрация иона хлора составляет 15,1 мг/дм³ (март) 20,7 мг/дм³ (апрель), варьируется от 2,1 мг/дм³ (апрель, Ручей 4) до 72,7 мг/дм³ (апрель, Родник 3). Причем характерно, что в период половодья концентрации хлоридов повышается, что свидетельствует о поверхностном источнике происхождения данного загрязняющего вещества. Средняя концентрация ионов натрия составляет 11,1 мг/дм³ (в марте) и 9,62 мг/дм³ (в апреле), варьируется от 1,0 мг/дм³ (март, родник 5) до 38,8 мг/дм³ (апрель, родник 2). Средняя концентрация ионов калия составляет 1,0 мг/дм³ (март) 0,81 мг/дм³ (апрель), варьируется от 0,2 мг/дм³ (март, Ручей 2) до 1,7 мг/дм³ (март, Родник 3.1). Распространение концентраций основных макрокомпонентов достаточно равномерно по исследуемой территории. Динамика концентраций основных макрокомпонентов за период весеннего половодья по длине реки представлена на рисунке 3.



Рис. 2. Выход загрязненных вод (Родник 6)

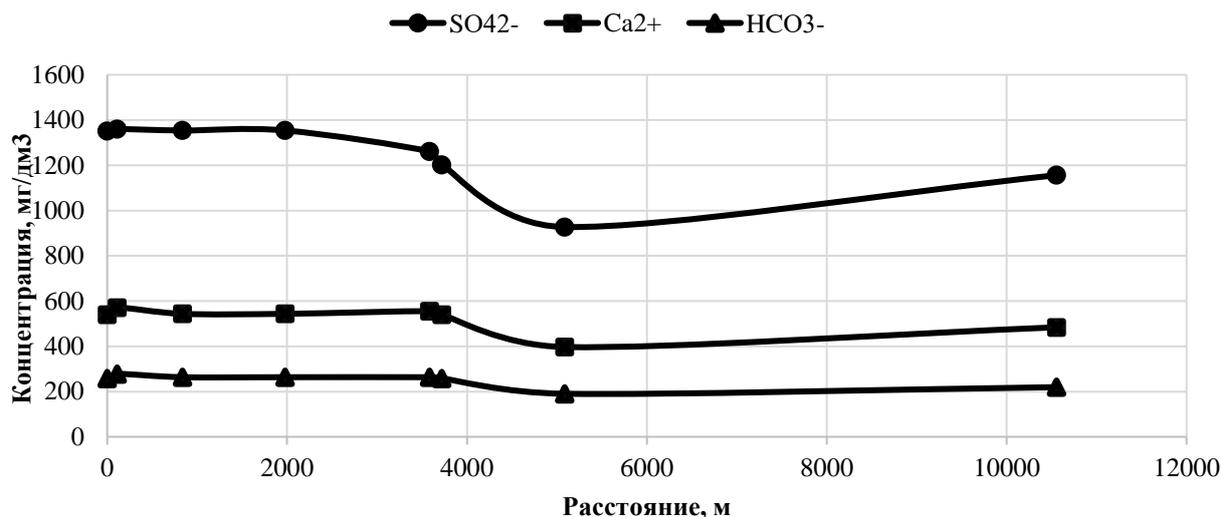


Рис. 3. Динамика концентраций основных макрокомпонентов по длине р. Ясыл

Как видно из рисунка 3, изменение концентраций по длине реки Ясыл достаточно стабильно. От истока и до 4 км ниже по течению концентрации основных макрокомпонентов достаточно стабильно, формирование стока реки на данном участке русла идет за счет подземных вод. Изменения наблюдаются в воде запруды, которая аккумулирует более пресные поверхностные воды и концентрации макрокомпонентов понижается примерно на 30 %.

Распространение концентраций железа общего на рассматриваемой территории достаточно неоднородно (рисунок 4).

В марте средняя концентрация железа общего составляет 0,23 мг/дм³ (2,3 ПДК р/х), варьируется от 0,05 мг/дм³ (родник 3.1) до 1,1 мг/дм³ (родник 2) – 11 ПДК р/х.

В апреле средняя концентрация железа общего составляет 0,15 мг/дм³ (3 ПДК р/х), варьируется от 0,05 мг/дм³ (родник 1) до 1,01 мг/дм³ (родник 2) – 10

ПДК р/х. Как видно из рисунка 2, максимальные концентрации железа общего приурочены к северо-восточной части бассейна реки - истокам основных ручьев, образующих р. Ясыл. Концентрация загрязняющих веществ к среднему течению заметно снижается до значений 0,05 мг/дм³ (0,5 ПДК р/х) и до устья остается неизменной.

Распространение концентраций нитритов по территории однородно. Во всех точках отбора концентрации нитритов составляет менее 0,2 мг/дм³ (2,5 ПДК р/х).

В марте концентрация нефтепродуктов изменялась от 0,04 мг/дм³ до 3,9 мг/дм³ (Родник 6). Превышение ПДК р/х было зафиксировано в следующих точках: Родник 1 концентрация нефтепродуктов 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК р/х), Родник 3.1 – 0,09 мг/дм³ (1,8 ПДК р/х), Пещера – 0,08 мг/дм³ (1,6 ПДК р/х), Родник 6 – 3,9 мг/дм³ (78 ПДК р/х).

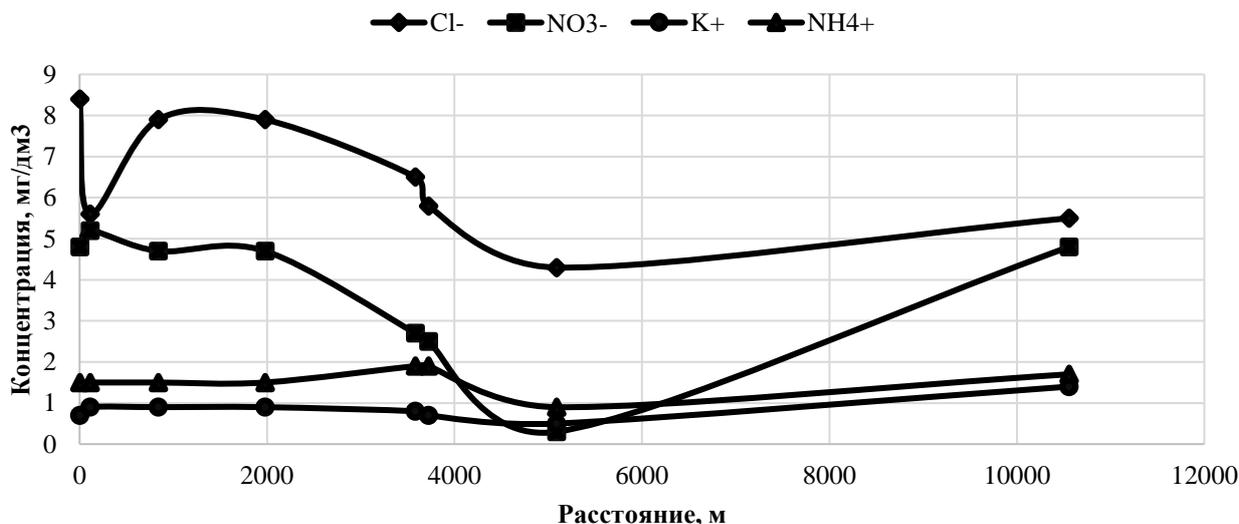


Рис. 5. Динамика концентраций ионов хлора, калия, нитратов и аммония по длине реки Ясыл

В апреле концентрация нефтепродуктов во всех отобранных точках кроме двух составляет 0,04 мг/дм³ (0,8 ПДК р/х). В двух точках: Пещера - 0,13 мг/дм³ (2 ПДК р/х) и Родник 6 – 0,11 мг/дм³ (2 ПДК р/х) приурочены к выходам грунтовых вод в истоках рассматриваемого водотока. Далее вниз по течению концентрации нефтепродуктов уменьшаются до 0,04 мг/дм³ и остаются стабильным до устья.

На рисунке 5 приведены изменение концентраций ионов хлора, калия, нитратов и аммония по длине реки Ясыл.

Как видно из рисунка 5 изменение концентраций хлоридов, калия, нитратов и аммония по длине р.Ясыл активно изменяется. Концентрации данных компонентов во многом связаны с загрязнением грунтовых вод удобрениями при активном сельскохозяйственном использовании земель. Водосбор, приуроченный к верховьям реки Ясыл, достаточно сильно распахан и высокие концентрации загрязняющих веществ приурочены к истокам. Водосбор среднего течения реки Ясыл залесенно и концентрации загрязняющих веществ падает. Водосбор нижнего течения реки также сильно распахан, поэтому концентрации загрязняющих веществ, связанные с удобрениями, опять растут.

Вывод. Химический состав воды реки Ясыл типичен для рек закарстованной территории. Дополнительное загрязнение привносится от использования удобрений на водосборе, но сильного влияние это не оказывает, концентрации хлоридов, калия, нитратов находятся в пределах ПДК р/х. Высокие концентрации нефтепродуктов зафиксированы в верховьях водотока (в выходах грунтовых вод) и, вероятно, связаны с антропогенной деятельностью.

Исходя из результатов химических анализов и распределения концентраций нефтепродуктов можно выдвинуть несколько гипотез происхождения нефтепродуктов:

Выдавливание пластовых нефтесодержащих вод в приповерхностные карстовые полости и в дальнейшем поступление в поверхностные водные объекты. Против данной гипотезы выступает пульсирующий характер поступления загрязнений (в точке отбора Пещера концентрации нефтепродуктов менялись от 0,04 мг/л до 36,7 мг/л за менее чем 6 месяцев), при стабильном уровне водности за характерные сезоны, что не характерно для таких типов загрязнений.

Аварийные ситуации на нефтепроводах – против данной гипотезы выступает достаточно большой объем нефтепродуктов, поступивших в водный объект. Эта версия может объяснить пульсирующий характер загрязнений, однако все аварийные ситуации должны быть запротоколированы и скрыть эти аварии достаточно сложно, поэтому данная версия маловероятная.

Вскрывшиеся старые карстовые полости, заполненные некими органическими остатками (торф и т.д.) что определяется при анализах именно как нефтепродукты. Полностью исключить эту версию нельзя, но против нее говорят достаточно высокие концентрации нефтепродуктов. В пользу данной версии может быть отнесено миграция загрязнения, т.е. возможно существует несколько заполненных органическими отходами карстовых воронок, которые постепенно вскрываются в разных частях водосбора р.Ясыл, обеспечивая периодические резкие всплески концентраций нефтепродуктов.

Версия аналогичная версии №3, но вместо органических остатков можно предположить наличие антропогенных загрязнений. При выполнении работ по обустройству кустов скважин или плановых ремонтов трубопроводов или в иных вариантах, грунт загрязненный нефтепродуктами могли вместо вывоза на полигон захоронить в ближайших крупных карстовых воронках, перекрыв все это слоем глины, в качестве водоупора. Со временем водоупор размывался, вода начала просачиваться в карстовые полости и дальше с нефтепродуктами поступать в поверхностные водные объекты. В пользу этой версии выступает кочующий характер источников загрязнений (воронки с загрязнением вскрываются постепенно) и достаточно высокие концентрации нефтепродуктов в воде.

Для оценки наиболее вероятного сценария поступления нефтепродуктов в воды реки Ясыл необходимо продолжить наблюдения за химическим составом воды реки Ясыл и дополнить работу обследование территории в районе локализации максимальных концентраций нефтепродуктов.

Библиографический список

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 11. Средний Урал и Приуралье. Л.: Гидрометеоздат, 1973
2. Состояние и охрана окружающей среды Пермского края в 2007 году/под ред. Л.И.Харун // Пермь, 2011.

Поступила в редакцию: 11.09.2019 г.

Просьба сослаться на эту статью в русскоязычных источниках:

Перепелица Д.И. К вопросу источников поступления нефтепродуктов в поверхностные водные объекты р. Ясыл // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. №5. С. 38-44.

Please cite this article in English as:

Perepelica D.I. To the question of sources of oil production in the surface water objects r. Ysyll // Anthropogenic transformation of the natural environment. 2019. №5. P. 38-44.