

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ТЕРРИТОРИИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРА

E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ANALYSIS OF SURFACE WATER IN THE ZONE OF INFLUENCE OF OIL PRODUCTION ON THE TERRITORY OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS DISTRICT – YUGRA

Гаевая Е.В. – канд. биол. наук, доц. каф. техно-сферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru

Захарова Е.В. – канд. биол. наук, доц. каф. техно-сферной безопасности Тюменского индустриального университета, г. Тюмень. E-mail: bgd@tgasu.ru

Gaevaya E.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: ele-gaevaya@ya.ru

Zakharova E.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technosphere Safety, Tyumen Industrial University, Tyumen. E-mail: bgd@tgasu.ru

В статье рассмотрено экологическое состояние поверхностных водоемов, расположенных на территории Равенского лицензионного участка Ханты-Мансийского округа – Югра. Результаты исследования показали, что концентрация ионов аммония в реках Сухмитингъягун и Ингуягун превышала ПДК_{рх} и составила 0,56 и 0,52 мг/дм³ соответственно. Выявлено, что концентрация железа общего во всех пробах водных объектов превышала ПДК_{рх} от 9,8 до 21,3 раза, марганца – от 3 до 5 раз, меди – до 2 раз. Данная ситуация является характерной для Западно-Сибирского региона и обусловлена его природно-климатическими условиями, повышенное содержание элементов является природной особенностью исследуемой территории и не рассматривается как загрязнение. Содержание нефтепродуктов находилось близкой к ПДК_{рх} (0,05 мг/дм³) во всех исследуемых водных объектах. Донные отложения водоемов являются своеобразным индикатором загрязнения вод, поскольку вещества, выводящиеся из водной массы, накапливаются и концентрируются в отложениях. Значения нефтепродуктов в донных отложениях исследуемых водных объектов составляют 60,4–67,48 мг/кг, что соответствует характеристике состояния донной экосистемы – пороговое состояние, видовая замена, выраженное обеднение донной экосистемы (50–

100 мг/кг). Коэффициент корреляции в зависимости от содержания нефтепродуктов в поверхностных водах к содержанию нефтепродуктов в донных отложениях составляет $r = 0,404$, что соответствует прямой связи средней тесноты. Сравнительная оценка показала, что содержание нефтепродуктов в донных отложениях в десятки раз выше, чем в поверхностных водах, это объясняется сорбционной способностью донных отложений, а также самоочищающейся способностью водоемов. Результаты анализа проб поверхностных вод р. Сухмитингъягун, Волоктаягун и Ингуягун можно отнести к умеренно загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 1,51–1,84), р. Яккуньягун и оз. Яккунлор – к загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 2,44–2,49). По БПК все изучаемые водные объекты относятся к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – к загрязненным, кроме оз. Яккунлор, которое можно отнести к умеренно загрязненному.

Ключевые слова: *поверхностные воды, донные отложения, концентрация, нефтепродукты.*

The study considers the environmental status of surface water bodies located on the territory of Ravena license area in the Khanty-Mansi Autonomous district –Yugra. The research showed that the

concentration of ammonium ions in the rivers Suhmitingyagun and Inguayagun exceeded ACSf (allowable concentration of substances in water bodies used for fishing) and was 0.56 and 0.52 mg/dm³ respectively. It was found out that the concentration of total iron in all samples of water bodies exceed ACSf from 9.8 to 21.3 times, manganese was from 3 to 5 times, copper was up to 2 times. This situation was characteristic of the West Siberian region and was caused by its climatic conditions; the increased maintenance of elements was natural feature of the explored territory and was not considered as pollution. The oil content was close to ACSf (0.05 mg/dm³) in all the water bodies under research. The sediments of water bodies were an indicator of water pollution, as substances that were excreted from water mass, accumulated and concentrated in the sediments. The values of oil products in ground sediments of the studied water bodies were 60.4–67.48 mg/kg, which corresponded to the characteristic state of benthic ecosystem, i.e. its threshold state, species replacement, a pronounced depletion of benthic ecosystems (50–100 mg/kg). The correlation coefficient of dependency on the content of oil products in surface water to the content of oil products in ground deposits was $r = 0,404$ that was direct link of the average closeness. Comparative evaluation showed that the oil content of the sediments was dozens of times higher than those in surface waters due to sorption ability of sediment, as well as self-cleaning ability of water bodies. The results of analysis of surface water samples of rivers Suhmitingyagun, Voloktayagun and Inguayagun may be classified as moderately polluted according to water pollution index (WPI = 1.51–1.84), river Yakkunyagun and lake Yakkunlor may be classified as polluted according to water pollution index (WPI = 2.44–2.49). According to BOD all studied water bodies belong to moderately polluted; according to NH_4^+ level they belong to contaminated ones, except the lake Yakkunlor, which can be classified as moderately polluted.

Keywords: surface waters, sediment, concentration, oil.

Введение. Расширение масштабов освоения нефтегазовых месторождений в условиях Ханты-Мансийского автономного округа порождает по-

тенциальную опасность усиления загрязнения водных объектов в районе проведения работ [1].

Экологически опасными являются все стадии процесса нефтедобычи: сейсморазведки и разведочное бурение оказывают минимальное воздействие на водоемы, освоение и эксплуатация месторождения оказывают наиболее серьезное негативное воздействие на окружающую среду, строительные работы и обустройство инфраструктурных объектов могут оказывать кардинальное изменение водных объектов (изменение режима водоемов и водотоков, изменение видового состава и разнообразия) [3, 5].

Негативное воздействие на водоемы происходит в процессе сброса сточных вод (технологических, хозяйственных, ливневых), за счет поступления загрязнителей из других сред, в ходе миграции из почвенного покрова и атмосферного воздуха через осадки, а также в ходе строительных работ, при изменении русла водного объекта и акватории водоема [4].

Особую актуальность приобретает изучение состояния водных объектов при проведении работ по интенсификации нефтедобычи на месторождениях, оказывающих негативное влияние на водотоки [1, 2].

Цель исследования: эколого-геохимическая оценка состояния поверхностных водоемов, расположенных на территории Равенского лицензионного участка Ханты-Мансийского округа – Югры.

Объекты и методы исследования. В ходе исследования были отобраны и проанализированы пробы поверхностных вод и донных отложений следующих водных объектов: р. Сухмитингягун, Волокотягун, Яккуньягун, Ингуягун, оз. Яккунлор. Количественный химический анализ поверхностных вод и донных отложений проводился в лаборатории «Мониторинга и охраны окружающей среды» в соответствии с гостированными методиками.

Результаты исследования. Неотъемлемой частью эколого-геохимических исследований является изучение состояния водных объектов, что позволяет дать оценку экологической ситуации региона, выявить источники загрязнения и его масштабы.

Интенсивное использование водных ресурсов в процессе хозяйственной деятельности приводит к повсеместному нарушению состоя-

ния природных водных комплексов и их загрязнению. Потенциальными источниками загрязнения поверхностных вод в районе Равенского лицензионного участка могут являться, в первую очередь, нефтепроводы и скважины.

Определяющими факторами формирования химического состава поверхностных вод являются геологические условия. Основные черты химического состава поверхностных вод в значительной степени связаны также с фазами гидрологического режима, обуславливающими различие во вкладах разных источников питания (снеговое, дождевое, почвенное и грунтовое) в формировании поверхностного стока и, соответственно, формировании химического состава. Результаты исследований представлены в таблице 1 и 2.

Результаты исследования показали, что водородный показатель характеризуется слабокислой реакцией среды во всех исследуемых образцах

поверхностных вод. Содержание нитратов в исследуемых пробах значительно ниже норм ПДКрх. Наибольшая концентрация наблюдалась в реке Волоктягун и составила 0,53 мг/дм³.

Концентрация БПКполн. в исследуемых поверхностных водах находилась близкой к ПДКрх, наибольшее значение отмечено в пробе реки Ингуягун и составило 2,92 мг/дм³.

Аммоний относится к биогенным элементам и поступает в поверхностные воды в результате выветривания и растворения надстилающих пород. Соли аммония находятся в воде во взвешенном состоянии. Содержание рассматриваемого поллютанта используется в качестве индикаторного показателя загрязнения водных объектов. Концентрация ионов аммония в реках Сухмитингьягун и Ингуягун превышала ПДКрх и составила 0,56 и 0,52 мг/дм³ соответственно. В остальных изучаемых реках значения аммония находились на уровне ПДКрх.

Таблица 1

Химический состав поверхностных вод Равенского нефтяного месторождения

Пункт отбора пробы	Загрязняющие вещества, мг/дм ³						
	Водородный показатель	Нитрат-ион	БПКполн.	Ион аммония	Сульфат-ион	Нефтепродукты	Фосфат-ион
р. Сухмитингьягун, 350 м на северо-запад от куста № 1	6,33	0,38	3,27	0,45	< 10	0,05	0,08
р. Волоктягун, ниже места впадения р. Сухмитингьягун, 700 м в южном направлении от куста № 2	6,66	0,55	2,91	0,34	< 10	0,04	0,05
р. Яккуньягун, 350 м юго-восточнее куста № 3	6,82	0,24	3,11	0,26	< 10	0,05	0,08
оз. Яккунлор, северо-западная окраина озера, устье р. Яккуньягун	7,75	< 0,1	2,93	0,25	< 10	0,05	0,09
р. Ингуягун, в северо-восточной части лицензионного участка, в 300 м южнее дороги и нефтепровода	7,73	< 0,1	3,13	0,15	10,09	0,05	< 0,05
ПДКрх	6,5–8,5	40,0	3,0	0,5	100	0,05	0,2

**Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах
Равенского нефтяного месторождения**

Пункт отбора пробы	Загрязняющие вещества, мг/дм ³						
	Железо общее	Марганец	Свинец	Цинк	Хром IV	Никель	Медь
р. Сухмитингьягун, 350 м на северо-запад от куста № 1	1,3002	0,0499	0,0051	< 0,005	0,010	< 0,001	0,0023
р. Волоктаягун, ниже места впадения р. Сухмитингьягун, 700 м в южном направлении от куста № 2	1,0743	0,0506	0,0033	< 0,005	0,20	< 0,001	0,0014
р. Яккуньягун, 350 м юго-восточнее куста № 3	0,5812	0,0412	0,0042	< 0,005	0,010	0,0047	0,0022
оз. Яккунлор, северо-западная окраина озера, устье р. Яккуньягун	0,6487	0,0429	0,005	< 0,005	< 0,01	< 0,001	0,0021
р. Ингуягун, лицензионный участок в северо-восточной части, в 300 м южнее дороги и нефтепровода	0,3187	0,0123	0,0038	< 0,005	< 0,01	0,0023	0,0015
ПДКрх	0,1	0,01	0,006	0,01	0,02	0,01	0,001

Концентрация железа общего во всех пробах превышает ПДКрх от 9,8 до 21,3 раза. Данная ситуация является характерной для Западно-Сибирского региона и обусловлена его природно-климатическими условиями, вследствие которых происходит смыв в поверхностные воды с заболоченных лесных массивов веществ гумусового происхождения, которые способны образовывать подвижные комплексные соединения с ионами железа. Различия в содержании этого элемента связаны с геологией и почвенным покровом территории водосбора.

Содержание марганца превышает установленные нормативы в районе от 3 до 5 раз, что обусловлено природно-климатическими условиями Западной Сибири. Повышенное содержание элемента является природной особенностью исследуемой территории и не рассматривается как загрязнение.

Показатели по АПАВ, сульфат- и хлорид-ионам находились ниже пределов обнаружения методов исследования.

Содержание нефтепродуктов свидетельствует о том, что хозяйственная деятельность месторождений нефтедобычи влияет на качество природных вод, концентрация этого за-

грязняющего вещества находилась близкой к ПДКрх во всех исследуемых водных объектах.

По результатам проведенного анализа превышений ПДКрх по фосфатам не обнаружено. Наибольшая концентрация наблюдалась в реках Яккуньягун и Ингуягун и составила 0,12 мг/дм³.

В результате исследования выявлено превышение ПДКрх по меди во всех исследуемых водных объектах. Повышенное содержание меди является последствием территориальных особенностей, из-за влажного климата медь легко выщелачивается из кислых почв и попадает в поверхностные водотоки и водоемы.

С целью выявления степени и глубины проникновения в русло водотоков загрязняющих веществ при загрязнении водного пространства были отобраны пробы донных отложений в тех же пунктах, что и отбор поверхностных вод.

Донные отложения водоемов являются своеобразным индикатором загрязнения вод, поскольку вещества, выводящиеся из водной массы, накапливаются и концентрируются в отложениях. Содержание всех веществ в донных отложениях, как правило, на порядок выше, чем в воде (табл. 3).

Химический состав донных отложений Равенского нефтяного месторождения

Пункт отбора проб	Загрязняющие вещества, мг/кг												
	Хлориды (водная вытяжка)	Нефтепродукты	Сульфаты (подвижная форма)	Водородный показатель	Органическое вещество	Железо (подвижная форма)	Свинец (подвижная форма)	Цинк (подвижная форма)	Марганец (подвижная форма)	Никель (подвижная форма)	Хром (подвижная форма)	Медь (подвижная форма)	Ртуть
р. Сухмитингьягун	46,26	60,4	< 120	6,2	< 10000	< 1000	< 3	< 10	< 40	< 2	< 2	< 1,5	< 0,005
р. Волоктаягун	41,28	67,48	< 120	5,89	< 10000	< 1000	< 3	< 10	< 40	< 2	< 2	< 1,5	< 0,005
р. Яккуньягун	45,49	62,64	< 120	5,99	< 10000	< 1000	< 3	< 10	< 40	< 2	< 2	< 1,5	< 0,005
оз. Яккунлор	40,04	65,2	< 120	5,6	< 10000	< 1000	< 3	< 10	< 40	< 2	< 2	< 1,5	< 0,005
р. Ингуягун	51,33	61,3	< 120	6,12	< 10000	< 1000	< 3	< 10	< 40	< 2	< 2	< 1,5	< 0,005

Результаты исследования показали, что водородный показатель характеризуется слабокислой реакцией среды во всех исследуемых донных отложениях.

По данным проведенного исследования выявлено, что наибольшее значение хлоридов наблюдалось в реке Ингуягун и составило 51,33 мг/кг.

Концентрация изучаемых металлов находилась ниже порога чувствительности лабораторного оборудования.

В соответствии с приложением к постановлению правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10 ноября 2004 г. № 441-п предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов на территории Ханты-Мансийского автономного

округа – Югры принимается равным концентрации 20 мг/кг из расчета массовой доли нефтяных углеводородов в пробах донных отложений водных объектов.

Значения нефтепродуктов в исследуемых водных объектах составляют 60,4–67,48 мг/кг, что соответствует характеристике состояния донной экосистемы – пороговое состояние, видовая замена, выраженное обеднение донной экосистемы (50–100 мг/кг). Наличие нефтепродуктов в донных отложениях характерно для данного региона из-за основного направления производства.

По итогам оценки рассматриваемых водных объектов можно сделать вывод об их состоянии, который представлен в таблице 4.

Комплексная оценка загрязнения поверхностных вод

Водоток (водоем)	Ион аммония, мг/дм ³	Степень загрязнения	БПК, мг O ₂ /дм ³	Степень загрязнения	ИЗВ	Класс воды
р. Сухмитингягун	0,56	Загрязненные	2,79	Умеренно загрязненные	1,84	3-й класс (умеренно загрязненные)
р. Волоктаягун	0,41	Загрязненные	2,79	Умеренно загрязненные	1,77	3-й класс (умеренно загрязненные)
р. Яккунъягун	0,44	Загрязненные	2,83	Умеренно загрязненные	2,44	4-й класс (загрязненные)
оз. Яккунлор	0,39	Умеренно загрязненные	2,88	Умеренно загрязненные	2,49	4-й класс (загрязненные)
р. Ингуягун	0,52	Загрязненные	2,92	Умеренно загрязненные	1,51	3-й класс (умеренно загрязненные)

Результаты анализа пробы воды р. Сухмитингягун можно отнести к умеренно загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 1,84), по БПК – к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – к загрязненным.

Анализ пробы воды р. Волоктаягун можно отнести к умеренно загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 1,77), по БПК – к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – к загрязненным.

Исследования пробы воды р. Яккунъягун можно отнести к загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ=2,44), по БПК – к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – к загрязненным.

Результаты анализа пробы воды оз. Яккунлор можно отнести к загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 2,49), по БПК – к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – умеренно загрязненным.

Анализ пробы воды р. Ингуягун можно отнести к умеренно загрязненным по индексу загрязненности воды (ИЗВ = 1,51), по БПК – к умеренно загрязненным, по NH_4^+ – к загрязненным.

Показатель загрязнения донных отложений на исследуемых объектах соответствует допустимому уровню загрязнения ($Z_c < 16$).

Для более наглядного восприятия полученных данных были построены графики, отражающие зависимость содержания концентрации нефти в поверхностных водах и донных отложениях (рис. 1, 2).

Коэффициент корреляции в зависимости от содержания нефти в поверхностных водах к содержанию нефти в донных отложениях $r = 0,404$ – прямая связь средней тесноты.

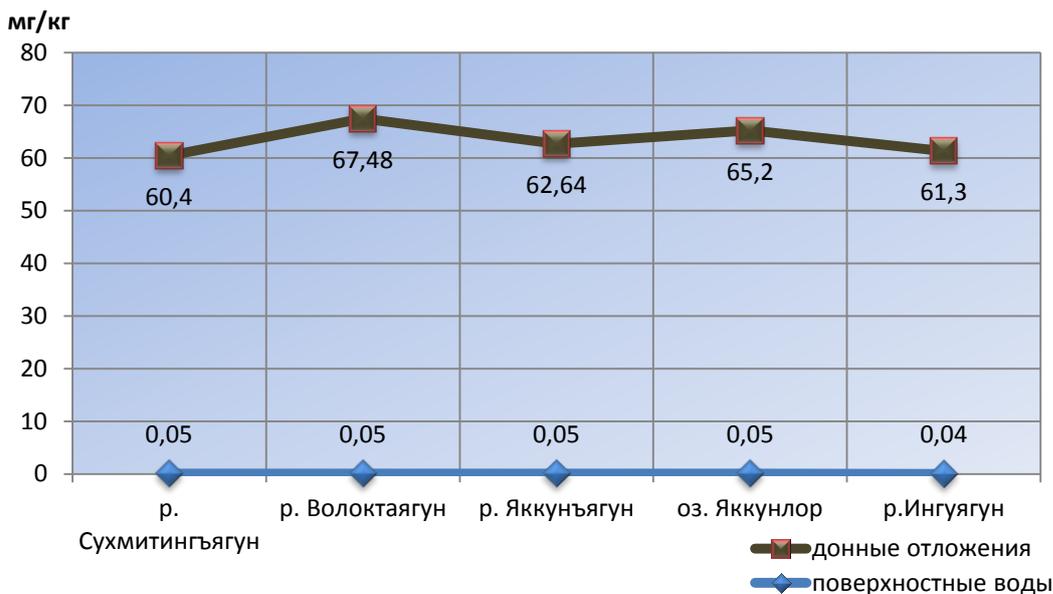


Рис. 1. Сравнительная оценка поверхностных водоемов и донных отложений по содержанию нефтепродуктов

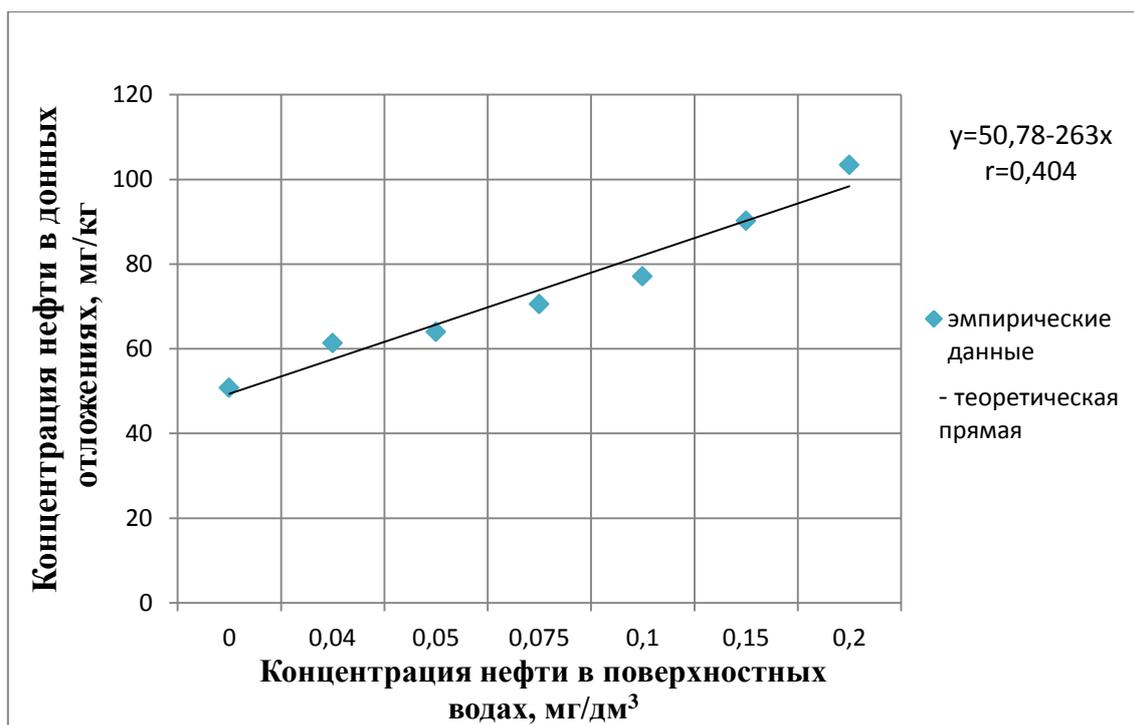


Рис. 2. Зависимость концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах от концентрации нефтепродуктов в донных отложениях

Заключение. Концентрация ионов аммония в реках Сухмитингьягун и Ингуягун превышала ПДК_{рх} и составила 0,56 и 0,52 мг/дм³ соответственно. Концентрации железа, меди и марган-

ца превышали ПДК_{рх}, данная ситуация является характерной для Западно-Сибирского региона и обусловлена его природно-климатическими условиями.

Содержание нефтепродуктов в поверхностных водах находилось близко к ПДК_{рх} во всех исследуемых водных объектах. Значения нефтепродуктов в донных отложениях составили 60,4–67,48 мг/кг, что соответствует характеристике состояния донной экосистемы – пороговое состояние, видовая замена, выраженное обеднение донной экосистемы (50–100 мг/кг). Коэффициент корреляции в зависимости от содержания нефтепродуктов в поверхностных водах к содержанию нефтепродуктов в донных отложениях составил $r = 0,404$.

Таким образом, сравнительная оценка показала, что содержание нефтепродуктов в донных отложениях в десятки раз выше, чем в поверхностных водах, это объясняется сорбционной способностью донных отложений, а также способностью водоемов самоочищаться.

Литература

1. *Абакумов В.А.* Цели и задачи гидробиологического мониторинга пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 4–32.
2. *Курамшина Н.Г., Николаева Т.И., Курамшин Э.М.* и др. Влияние нефтегазового комплекса на качество природных вод бассейна р. Пур // Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – Т. 5. – С. 223–228.
3. *Московченко Д.В.* Экологическое состояние рек Обского бассейна в районах нефтедобычи // География и природные ресурсы. – 2003. – № 1. – С. 35–41.
4. *Мурзакиев Ф.Г., Максимов Г.Г.* Химизация нефтегазовой промышленности и охрана окружающей среды. – Уфа: Баш. кн. изд-во, 1989. – 176 с.
5. *Уварова В.И.* Современное состояние уровня загрязненности вод и грунтов Обь-Иртышского бассейна // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1989. – С. 23–33.

Literatura

1. *Abakumov V.A.* Celi i zadachi gidrobiologicheskogo monitoringa presnovodnyh jekosistem. – SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. – S. 4–32.
2. *Kuramshina N.G., Nikolaeva T.I., Kuramshin Je.M.* i dr. Vlijanie neftegazovogo kompleksa na kachestvo prirodnyh vod bassejna r. Pur. // Neftegazovoe delo. – 2007. – № 1. – Т. 5. – С. 223–228.
3. *Moskovchenko D.V.* Jekologicheskoe sostojanie rek Obskogo bassejna v rajonah neftedobychi // Geografija i prirodnye resursy. – 2003. – № 1. – С. 35–41.
4. *Uvarova V.I.* Sovremennoe sostojanie urovnja zagrjaznennosti vod i gruntov Ob'-Irtyskского bassejna // Sb. nauch. tr. GosNIORH, 1989. – S. 23–33.
5. *Murzakiev F.G., Maksimov G.G.* Himizacija neftegazovoj promyshlennosti i ohrana okruzhajushhej sredy. – Ufa: Bash. kn. izd-vo, 1989. – 176 s.

