

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМАХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО РАЙОНА

С.Н. РУСАК, М.И. КУРИЛЕНКО, Т.И. ХОМЕНУШКО, М.И. КУРОПАТКИНА
*БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, пр. Ленина, д. 1, г. Сургут,
Россия, 628400, e-mail: svetlana_01.59@mail.ru*

Аннотация: в настоящей статье рассмотрены основные показатели накопления нефтепродуктов в поверхностных водоемах Ханты-Мансийского района. Актуальность настоящего исследования обусловлена большими объемами нефтедобычи региона, что создает наличие определенных рисков и необходимость постоянного мониторинга экологической ситуации. Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать выводы о текущей ситуации на водных объектах и могут быть использованы в дальнейшем с целью отражения динамики экологического состояния исследуемой территории.

Ключевые слова: нефтепродукты, сезонная динамика, водная среда, добыча нефти, предельно допустимая концентрация.

THE ACCUMULATION OF OIL PRODUCTS IN SURFACE WATER BODIES IN KHANTY-MANSI DISTRICT IN THE SEASONAL DYNAMICS

S.N. RUSAK, M.I. KURILENKO, T.I. HOMENUSHKO, M.I. KUROPATKINA
Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: svetlana_01.59@mail.ru

Abstract. This article discusses the basic parameters of accumulation of oil products in surface water bodies in Khanty-Mansi district. The relevance of this study due to the large volumes of oil production in the region, which leads to the existence of certain risks and the need for constant monitoring of the ecological situation. The obtained during research results allow to make conclusions about the current situation on water objects and can be used in the future to reflect the dynamics of the investigated territory state.

Key words: petroleum products, seasonal dynamics, water, oil, maximum permissible concentration.

Введение. Несмотря на развитие технологии сбережения экологических ресурсов, промышленные производства, так или иначе, связаны с определёнными рисками загрязнения окружающей среды. В связи с этим представляется актуальным постоянное, в том числе сезонное, мониторинговое состояние водных объектов как наиболее уязвимых природных составляющих. Необходимо также отметить, что природа севера остаётся наиболее уязвимой частью по сравнению с другими территориями Российской Федерации. Это объясняется тем, что на восстановление её баланса требуются более существенные финансовые вложения, а сам процесс регенерации затягивается на столетия.

Объём добычи нефти в 2016 году с позиции годового выражения вырос на 2,5% по сравнению с аналогичным показателем

за предыдущий год и достиг рекордных 547,5 млн. т. О величине данных объёмов сообщается всемирно известным агентством «Интерфакс» со ссылкой на данные ЦДУ ТЭК, общий годовой показатель среднесуточной добычи нефти достиг уровня в 10,965 млн. баррелей. За декабрь 2016 года в Российской Федерации извлечено на 3,7% нефти больше, чем за аналогичный период предыдущего года [9]. В свою очередь, Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) также представляет собой территорию, ориентированную на нефтедобычу. Учитывая возрастающие объёмы добычи нефти, возникает вполне закономерный вопрос о состоянии качества водных объектов на территории ХМАО в части содержания нефтяных углеводородов [2,12,14].

1. Общие представления о механизмах загрязнения нефтепродуктами на

Севере РФ. Степень трансформации соответствующих загрязнений находится в зависимости от интенсивности следующих последовательно протекающих процессов: эмульгирования, растворения, испарения, химического и фотохимического окисления, биодegradации (которая включает в себя микробное разрушение и ассимиляцию бентосными и планктонными организмами), образования нефтяных агрегатов [1]. Одновременно с этим, несмотря на многообразие и сложность сопутствующих процессов, в трансформации химического состава подавляющего большинства компонентов соответствующего загрязнения проявляются относительно устойчивые закономерности [14]:

а) во всех формах миграционных процессов происходит накопление более стабильных к процессам деградации асфальтенов и смол, в частности наибольшая устойчивость наблюдается в донных отложениях;

б) в составе углеводородов происходит уменьшение доли парафинафтеновых, и соответственно параллельно наблюдается возрастание доли ароматических углеводородов, в частности в эмульгированной и растворенной формах миграции;

в) в составе ароматических углеводородов наблюдается возрастание доли *полициклических ароматических углеводородов* (ПАУ), в частности в донных отложениях.

Кроме того, проблема *предельно допустимых концентраций* (ПДК) содержания нефтепродуктов для почв – практически не решена, как и для *донных отложений* (ДО).

Масштабы загрязнения и реакция водных экосистем до сих пор изучены недостаточно. Особенно в настоящее время ощущается нехватка достоверных данных о фоновых содержаниях химических элементов, нефтепродуктов в ДО района, механизме самоочищения водотоков и ДО, а также переходе их химического состава по мере изменения порядка водных объектов и т.д. [7,10,11]. Особая проблема возникает в связи с хаотической динамикой изменения параметров загрязнения среды обитания

человека, что характерно и для метеопараметров Югры [14-21].

Так как ДО служат депонирующей средой, которая накапливает загрязняющие вещества, то их химические показатели, в отличие от гидрохимических, характеризуют состояние водотоков преимущественно на момент опробования. Они более устойчивы во времени и потому лучше отражают загрязнение речной сети. И, в связи с этим, исследования ДО приобретают первостепенное значение для определения степени антропогенного загрязнения водных объектов и оценке их исходного состояния [1].

Иными словами, аккумуляция наиболее устойчивых компонентов рассматриваемого типа загрязнения на дне водоемов представляет серьёзную угрозу для бентосных организмов и придонных рыб, что обусловлено общей зависимостью токсических свойств загрязняющих веществ непосредственно от их состава. Накопление более разветвленных и сложных молекул, в особенности циклической структуры, и увеличение молекулярного веса в гомологических рядах углеводородов способствует кратному нарастанию токсичности компонентов рассматриваемого типа загрязнения. Это проявляется в сезонных колебаниях параметров загрязнения, которые имеют хаотический характер [14-21].

2. Объект и методы исследования.

Исследования проводились на территории Приобского месторождения Ханты-Мансийского района в 2015 г.: пробы поверхностных вод и ДО отбирались с шести различных участков (кустов) (кусты скважин №№ 99-103 – р. Городищенская, кусты скважин №№ 113-110 – р. Межевая, куст скважин №151 – р. Обь, куст скважин №170 – пр. Норник, куст скважин №171 – пр. Малый Салым, куст скважин №174 – пр. Неулёва, кусты скважин №№ 280-282 пр. Промет) (рис. 1). Район работ расположен в пойме реки Обь в среднем ее течении. Выбранные для исследования водные объекты объединял идентичный характер антропогенных воздействий на их экосистемы, связанный с добычей и транспортировкой нефти, реконструкцией автомо-

бильных дорог и т.д. Приобское нефтяное месторождение является практически самым огромным месторождением по добыче нефти на территории России. Данное месторождение является труднодоступным и удалённым, находится на расстоянии 200 км от города Нефтеюганска и в 70 км от города Ханты-Мансийска. Приобское месторождение включено в Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию, около 80% территории Приобского нефтяного месторождения располагается именно в пойме реки Обь, и на две части поделено водой. Характерной чертой Приобского месторождения является затопление территории месторождения в периоды паводков. Уникальная территориальная особенность месторождения обусловлена его расположением в черте водоохранной зоны и на пойменных речных ландшафтах [14]. Приобское нефтяное месторождение, довольно протяженное по площади и уникальное по запасам. В настоящее время Приобское месторождение поделено на две лицензионные территории: северную и южную [6].

Отбор проб поверхностных вод и ДО [3,4], а также определение уровня содержания нефтяных углеводородов

производилось стандартизованными методами посезонно – в осенне-зимний и весенне-летний периоды года. Для оценки качества воды в настоящем исследовании использовались ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК р.х.), что предполагает определенное соответствие наиболее строгим экологическим требованиям по охраны качества водных ресурсов [8].

3. Результаты исследования и их обсуждения. Отметим, что состав механических включений донных отложений в исследуемых водных объектах различался несущественно; большинство из них содержали тонкий состав русловых отложений – супесчаный и суглинистый. Некоторые водотоки (пр. Норник и р. Евьяха) отличались преобладанием илистых фракций с примесью супеси грунтов, сформировавшихся в результате отмирания произрастающей достаточно обильной водной растительности. Содержание сезонного накопления нефтяных углеводородов в пробах воды и ДО в поверхностных водотоках Приобского месторождения на период 2015 года представлено в табл. 1.

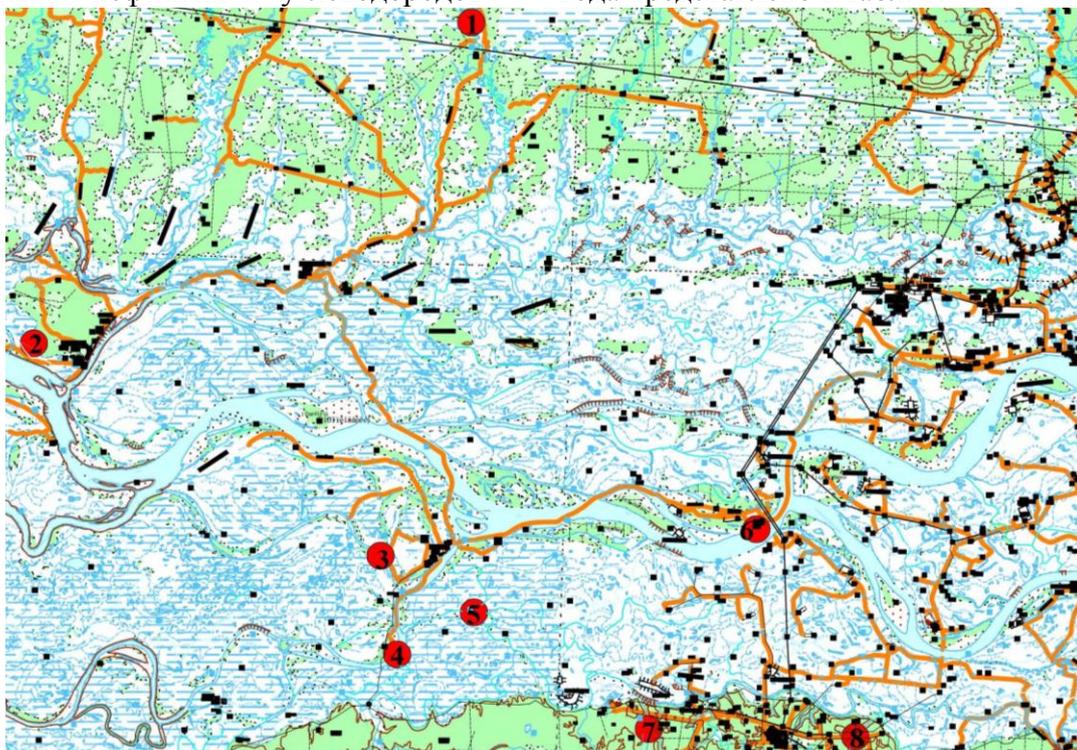


Рис. 1. Участки отбора проб поверхностной воды и донных отложений на Приобском месторождении (Ханты-Мансийский район).

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – р. Евьяха; 2 – пр. Промет; 3 – пр. Норник; 4 – пр. Неулева; 5 – пр. Малый Салым; 6 – р. Обь; 7 – р. Городищенская; 8 – р. Межевая

Таблица 1

Сезонное накопление нефтяных углеводородов в пробах воды и ДО поверхностных водотоков Приобского месторождения на период 2015 года, мг/дм³

Период	Водные объекты							
	р. Евьяха	пр. Промет	пр. Норник	пр. Неулева	пр. Малый Салым	р. Обь	р. Городищенская	р. Межевая
Содержание нефтяных углеводородов в воде поверхностных водотоков								
Осень-зима	0,046±0,016	0,014±0,005	0,015±0,005	0,131±0,046	0,096±0,034	0,031±0,011	0,062±0,022	0,022±0,008
Весна-лето	0,459±0,161	0,017±0,006	0,043±0,015	0,053±0,019	0,054±0,019	0,025±0,009	0,050±0,018	<0,005
Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях поверхностных водотоков, мг/кг								
Осень-зима	615±154	442±111	111±28	182±73	141±56	79±3	1038±260	65,1±26,0
Весна-лето	468±117	<5,00	72,2±28,9	101±40	118±47	132±52	818±205	<5,00

Как можно видеть из данных таблицы, в динамике разных сезонов года вариабельность в показателях содержания нефтяных углеводородов поверхностных вод имела схожую картину и составила в среднем 35,1% для осенне-зимнего периода и 35,5% в весенне-летний сезон, что вполне типично для водных объектов и соответствует пороговым значениям содержания нефтепродуктов согласно методик определения, рекомендуемых при проведении экологического мониторинга. На рис. 2 показана графическая картина, отражающая уровень содержания нефтяных углеводородов в поверхностных водах этих объектов относительно нормируемых показателей – ПДК р.х., а на рис.3 представлено сезонная динамика накопления углеводородов в донных отложениях.

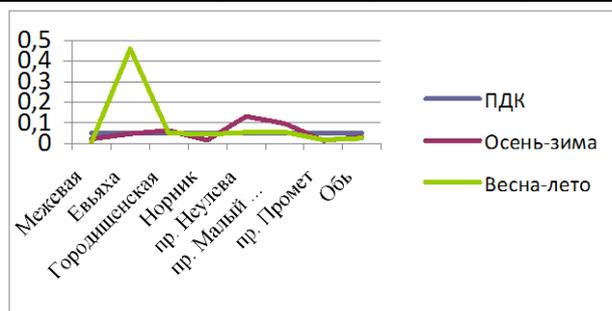


Рис. 2. Содержание нефтяных углеводородов в воде поверхностных водотоков Приобского месторождения за период 2015 года, мг/дм³

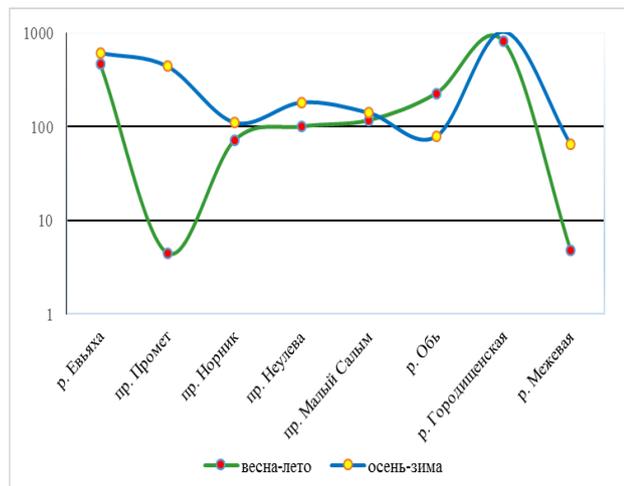


Рис. 3. Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях поверхностных водотоков Приобского месторождения за период 2015 года.

Здесь: по оси ОУ содержание углеводородов (мг/кг) с использованием логарифмической шкалы.

Согласно классификации В.И. Уваровой [13] по содержанию нефтяных углеводородов (мг/кг сухого грунта), грунты могут быть разделены на следующие категории:

чистые – $0 \div 5,5$, слабо загрязненные – $5,5 \div 25,5$, умеренно загрязненные – $25,6 \div 55,5$, загрязненные – $55,6 \div 205,5$, грязные – $205,6 \div 500$, очень грязные – свыше 500.

Следуя этой классификации, среди проб ДО исследованных водных объектов Приобского месторождения (табл. 1) присутствовали следующие:

- в осенне-зимний период: чистые – 2 (25,0%); слабо загрязненные – 0; умеренно загрязненные – 0; загрязненные – 0; грязные – 3 (37,5%); очень грязные – 2 (25,0%);
- в весенне-летний период: чистые – 2 (25,0%); слабо загрязненные – 0; умеренно загрязненные – 0; загрязненные – 3 (37,5%); грязные – 2 (25,0%); очень грязные – 1 (12,5%);

По мнению И.А. Кузнецова и А.Н. Дзюбан [5], бактериальные сообщества четко определяют «концентрационную границу» нефтяного загрязнения ДО, ниже которой микробиальные ценозы в системе «вода-грунт» еще справляются с углеводородами,

поступающими в донные отложения, и стабилизируют ситуацию на уровне 40...60 мг/кг сухого грунта. Согласно такому делению, доля исследованных проб донных отложений в 62,5% случаев в осенне-зимний период и в 37,5%, соответственно, в весенне-летний период превышала «концентрационную границу» нефтяного загрязнения (грязные и очень грязные по классификации В.И. Уваровой), хотя поверхностная вода в соответствующих этим ДО водных объектах характеризовалась содержанием нефтяных углеводородов ниже или в пределах их ПДК (табл. 1).

Выводы: Анализ сезонной динамики накопления углеводородов (нефтепродуктов) в водных объектах показал, что поверхностные водотоки территории Приобского месторождения являются экологически благополучными по содержанию нефтепродуктов. Уровень содержания нефтяных углеводородов имел незначительные вариации и не превышал критерии ПДК_{р.х.} Тем не менее, величина суммарных нефтяных углеводородов в донных грунтах характеризовала подпороговое состояние донной экосистемы, которое потенциально может привести к ее обеднению и видовой замене. Необходим мониторинг указных веществ на постоянной основе, так как превышение содержания нефтепродуктов в отдельных водоемах может свидетельствовать и о техногенном загрязнении. Анализ должен проводиться комплексно, с использованием современных методов, позволяющих идентифицировать причину происхождения углеводородов. В частности, могут быть использованы методы новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [14-21].

Литература

1. Биев А.А., Шпак А.В. Возможности и перспективы появления новых нефтеперерабатывающих предприятий в северных регионах России // Экономические. - 2014. - № 1 (31). - С. 82-95.
2. Биев А.А., Шпак А.В. Формирование системы топливно-энергетического обеспечения северных территорий России //

- Управление экономическими системами: электронный научный журнал. - 2012. - № 6 (42). - С. 32.
3. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
 4. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
 5. Кузнецова И.А., Дзюбан А.Н. Микробиологическая оценка последствий нефтяного загрязнения водоемов // Современные проблемы гидробиологии Сибири: Тез. докл. Всесоюз. конф. Томск, 2001. С. 123–124.
 6. Нефтяники. Нефть и газ. Приобское ЮЛТ нефтяное месторождение URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/khanty_mansijskij_ao/priobskoe_jult/6-1-0-20
 7. Московченко Д.В., Валеева Э.И. Исследование состава донных отложений рек бассейна нижней Оби (в пределах Ханты-Мансийского автономного округа) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2001. Вып. 2. С. 138-142.
 8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (Дата обращения: 08.10.2017)
 9. РБК // Режим доступа: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/586a0c009a79479eca551bd0> (Дата обращения: 08.10.2017)
 10. Русак С.Н., Филимонова М.В. Аккумуляция техногенных загрязнений в донных отложениях водных объектов г. Сургута // Академический журнал Западной Сибири – г. Тюмень. - Изд. ООО «М-центр» №3 – 2010. – С. 50-50.
 11. Сереброва Н.И., Алехин В.Г., Русак С.Н. Влияние г. Сургута на содержание тяжелых металлов в воде р. Оби // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-4 / Сб. тез. Международной конф. науч.-практ. конф. г. Тольятти – 15-19 сентября. 2008. – С. 131-131.
 12. Темердашев З.А. и др. О некоторых методических аспектах оценки нефтяного загрязнения водных объектов с учетом деградации нефтепродуктов во времени // Аналитика и контроль. - 2016. - Т. 20. - № 3.- С. 225-235.
 13. Уварова В.И. Современное состояние уровня загрязненности вод и грунтов Обь-Иртышского бассейна // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 305. 1989. С. 23-33.
 14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.
 15. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // Technical Physics. 2017. Vol. 62, No. 11. Pp. 1611–1616.
 16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143–150.
 17. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.
 18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.
 19. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.
 20. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow

University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

21. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

References

1. Biev A.A., Shpak A.V. Vozможности i perspektivy pojavlenija novyh neftepererabatyvajushhijh predpriyatij v severnyh regionah Rossii [Opportunities and prospects for the emergence of new oil refineries in the northern regions of Russia] // Jekonomicheskie. - 2014. - № 1 (31). - S. 82-95.
2. Biev A.A., Shpak A.V. Formirovanie sistemy toplivno-jenergeticheskogo obespechenija severnyh territorij Rossii [Formation of the system of fuel and energy supply in the northern territories of Russia] // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal. - 2012. - № 6 (42). - S. 32.
3. GOST 17.1.5.05-85. Ohrana prirody. Gidrosfera. Obshhie trebovanija k otboru prob poverhnostnyh i morskijh vod, l'da i atmosferyh osadkov [Protection of Nature. Hydrosphere. General requirements for sampling of surface and sea water, ice and precipitation].
4. GOST 17.1.5.01-80. Ohrana prirody. Gidrosfera. Obshhie trebovanija k otboru prob donnyh otlozhenij vodnyh ob'ektov dlja analiza na zagryzennost' [Protection of Nature. Hydrosphere. General requirements for sampling bottom sediments of water bodies for analysis for contamination].
5. Kuznecova I.A, Dzuban A.N. Mikrobiologicheskaja ocenka posledstvij nefljanogo zagryznenija vodoemov [Microbiological assessment of the consequences of oil pollution of water bodies] // Sovremennye problemy gidrobiologii Sibiri: Tez. dokl. Vsesojuz. konf. Tomsk, 2001. S. 123–124.
6. Neftjaniki. Neft' i gaz. Priobskoe JuLT neftjanoe mestorozhdenie URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/khanty_mansijskij_ao/priobskoe_jult/6-1-0-20 [Oil industry workers. Oil and gas. Priobskoye YLT oil field] URL: http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/khanty_mansijskij_ao/priobskoe_jult/6-1-0-20
7. Moskovchenko D.V., Valeeva Je.I. Issledovanie sostava donnyh otlozhenij rek bassejna nizhnej Obi (v predelah Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga) [Investigation of the composition of bottom sediments of the lower Ob river basin (within the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug)] // Vestnik jekologii, lesovedenija i landshaftovedenija. 2001. Vyp. 2. S. 138-142.
8. Ob utverzhenii normativov kachestva vody vodnyh ob'ektov rybohozajstvennogo znachenija, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshhestv v vodah vodnyh ob'ektov rybohozajstvennogo znachenija [On the approval of water quality standards for water objects of fishery importance, including standards for the maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery importance] // Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (Data obrashhenija: 08.10.2017)
9. RBC // Access mode: <http://www.rbc.ru/rbcfreenews/586a0c009a79479eca551bd0> (Date of circulation: 08.10.2017)
10. Rusak S.N., Filimonova M.V. Akkumuljacija tehnogennyh zagryznenij v donnyh otlozhenijah vodnyh ob'ektov g. Surguta [Accumulation of technogenic pollution in bottom sediments of water objects in Surgut] // Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri – g. Tjumen'. - Izd. OOO «M-centr» №3 – 2010. – S. 50-50.
11. Serebrova N.I., Alehin V.G., Rusak S.N. Vlijanie g. Surguta na sodержanie tjazhelyh metallov v vode r. Obi' [Effect of Mr. Surgut on the content of heavy metals in the water of the river. Ob] // Jekologicheskie problemy bassejnov krupnyh rek-4 / Sb. tez. Mezhdunarodnoj konf. nauch-prakt. konf. g. Tol'jatti – 15-19 sentjabrja. 2008. – S. 131-131.
12. Temerdashev Z.A. i dr. O nekotoryh metodicheskijh aspektah ocenki nefljanogo zagryznenija vodnyh ob'ektov s uchetom

- degradacii nefteproduktov vo vremeni [On some methodological aspects of assessing the oil pollution of water bodies taking into account the degradation of petroleum products in time] // *Analitika i kontrol'*. - 2016. - T. 20. - № 3. - S. 225-235.
13. Uvarova V.I. Sovremennoe sostojanie urovnja zagrjaznennosti vod i gruntov Ob-Irtyshskogo bassejna [Current state of the level of contamination of waters and soils of the Ob-Irtysh basin] // *Sb. nauch. tr. GosNIORH. Vyp. 305. 1989. S. 23-33.*
 14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // *Doklady Mathematics*. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.
 15. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // *Technical Physics*. 2017. Vol. 62, No. 11. Pp. 1611–1616.
 16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143–150.
 17. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.
 18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.
 19. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology*. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.
 20. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.
 21. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology*. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20