



УДК 502.3

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИЗЕМНЫЙ СЛОЙ АТМОСФЕРЫ

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE OIL PRODUCING ENTERPRISE ON THE SURFACE LAYER OF THE ATMOSPHERE

Трофимова Алина Евгеньевна

бакалавр экологии,
студент-магистр, геолого-географический факультет,
Национальный исследовательский
Томский государственный университет
alina.trofimowa@yandex.ru

Алексеева Мария Николаевна

кандидат географических наук,
младший научный сотрудник лаборатории
«Научно-исследовательский информационный центр
с музеем нефти»,
Институт химии нефти Сибирского отделения
Российской академии наук
amn@ipc.tsc.ru

Парфенова Галина Кирилловна

доктор географических наук,
профессор, геолого-географический факультет,
Национальный исследовательский
Томский государственный университет

Боровик Алексей Игоревич

бакалавр экологии,
студент-магистр, геолого-географический факультет,
Национальный исследовательский
Томский государственный университет
alexey199450@gmail.com

Аннотация. Нефтегазодобывающая отрасль вносит основной вклад в загрязнение атмосферы Томской области и Ханты-Мансийского АО. На примере типичного для ХМАО нефтегазодобывающего предприятия рассмотрены основные источники выбросов и их вклад в загрязнение атмосферы. В данной работе были использованы данные, собранные на производственной практике. Использовались отчеты государственной экологической экспертизы, проект нормативов допустимых выбросов в атмосферу. Применялись статистический, сравнительно-описательный и математический методы анализа массивов данных.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, факел, технологические источники, попутный нефтяной газ.

Trofimova Alina Evgenevna

Bachelor of Ecology,
Student, Master, Geological
and Geographical Faculty,
National Research Tomsk State University
alina.trofimowa@yandex.ru

Alexeeva Maria Nikolaevna

Ph.D. in Geographical Sciences,
Junior Researcher of the Laboratory
«The Scientific Research Information Centre
Including a Petroleum Museum»,
Institute of Petroleum Chemistry Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences
amn@ipc.tsc.ru

Parfenova Galina Kirillovna

Doctor of Geographical Sciences,
Professor, Geological
and Geographical Faculty,
National Research Tomsk State University

Borovik Alexey Igorevich

Bachelor of Ecology,
Student, Master, Geological
and Geographical Faculty,
alexey199450@gmail.com

Annotation. The oil and gas industry makes the main contribution to the pollution of the atmosphere of the Tomsk region and the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. Using the example of a typical oil and gas producing enterprise in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra, the main sources of emissions and their contribution to atmospheric pollution were considered. In this paper, data collected on the production practice was used. The reports of the state ecological expertise, draft standards of permissible emissions into the atmosphere were used. Statistical, comparative-descriptive and mathematical methods of analyzing data sets were used.

Keywords: atmospheric pollution, torch, technological sources, associated petroleum gas.

Источниками загрязнения атмосферы на нефтегазодобывающем предприятии являются процессы добычи, подготовки и транспорта нефти на сооружениях технологического комплекса [1, 2]. Из которых с высоким риском загрязнения атмосферы являются установки сепарации и промышленной обработки нефти и нефтехранилища. Сепарационные установки предназначены для отделения газа от нефти, как без частичного ее обезвоживания, так и с использованием технологии, обеспечивающей непрерывность процессов отделения газа и воды. В составе сепарационных уста-



новок включены блок сепараторов; узел предварительного отбора газа (депульсатор); выносной каплеуловитель; факел для аварийного сжигания газа; емкость-сборник. В факельную систему направляется нефтяной газ, который не может быть принят сооружениями по подготовке к транспорту и газ от продувки оборудования и трубопроводов.

В настоящее время проблема сжигания попутного нефтяного газа является актуальной и зачастую статистика по атмосферным выбросам от факельных установок не соответствует действительности, вследствие переменного режима их работы. Так по данным [3] в ХМАО с использованием космических снимков было обнаружено большое количество работающих факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа.

В связи с выбросами увеличивается степень загрязнения воздушного бассейна, вследствие чего нарушается здоровье человека, происходит деградация почвенного и растительного покрова как депонирующих сред воздушных загрязнителей. При сжигании попутного нефтяного газа в факельных установках 65 % продуктов углеводородного загрязнения рассеиваются в атмосферу, 20 % – поступают в водные бассейны и 15 % – в почву.

По данным [4] за 2016 год добыча газа по ХМАО (извлеченного попутного нефтяного и природного газа) составила 35,5 млрд м³, а в 2015 году – 34,8 млрд м³. Из них попутного нефтяного газа извлечено 34,4 млрд м³, а природного газа – 1,1 млрд м³. В 2016 году уровень использования попутного нефтяного газа в округе составил 95 %. Однако 5 % до сих пор сжигается на факелах.

Целью данной статьи является оценка воздействия нефтедобывающего предприятия на приземный слой атмосферы. Рассматривается вклад отдельных технологических источников в загрязнение приземного слоя атмосферы.

Перечень источников выделения загрязняющих веществ в атмосферу на типичном для ХМАО нефтегазодобывающем предприятии второго цеха добычи нефти и газа в цеху включает 8 наименований, из них под номерами 1 и 2 являются организованными, под номерами 3–8 – неорганизованными (табл. 1).

Таблица 1 – Технологические источники выделения загрязняющих веществ

№	Источник выделения	Загрязняющие вещества
1	Факельная ствол-труба	Азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), сера диоксид (ангидрид сернистый), дигидросульфид (сероводород), метан, этан, бутан, пентан, гексан углерод оксид, бенз(а)пирен.
2	Горелки нефтегазоразделительных установок и печей для нагрева нефтяной эмульсии	Азота диоксид, азота оксид, сера диоксид (ангидрид сернистый), углерод оксид, метан.
3	Двигатель дизельной электростанции	Азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), сера диоксид (ангидрид сернистый), углерод оксид, бенз(а)пирен, формальдегид, керосин.
4	Технологическое оборудование (нефтесепараторы, газосепараторы, трубопроводы, кустовые площадки)	Метан, этан, бутан, пентан, гексан.
5	Технологические резервуары для хранения нефти и отстоя пластовой воды	Пентан, бензол, метилбензол (толуол), диметилбензол (ксилол, смесь изомеров), дигидросульфид (сероводород).
6	Блок реагентного хозяйства (насосы дозирования реагента, емкость реагента)	Метилбензол (толуол), гептановая фракция, метанол.
7	Сварочное оборудование	Железа оксид, марганец и его соединения, азота оксид, азота диоксид, углерода оксид, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, пыль неорганическая.
8	Емкости хранения горючесмазочных материалов	Масло минеральное нефтяное

Современные интернет ресурсы позволяют визуализировать эти источники на карте (рис. 1).

По данным мониторинга за 2015 год загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу на площадке цеха добычи нефти и газа номер 2, были построены диаграммы поступающих загрязняющих веществ от технологических источников.

В диапазоне от 35000 т/г до 3500 т/г в атмосферу поступили: углерод (сажа), углерод оксид и метан (рис. 2). При этом объем выбросов оксида углерода составил 34333,41 т., сажи – 4106,52 т., и метана около 3000 т.

В диапазоне от 500 т/г до 50 т/г рассмотрены следующие загрязнители: азота диоксид, азота оксид, ангидрид сернистый, бутан, гексан, пентан, этан. В наибольшем количестве из данного диапазона в 2015 году было выброшено 450 тонн/год бутана, 335 тонн этана, 318,35 т азота диоксида (рис. 3).

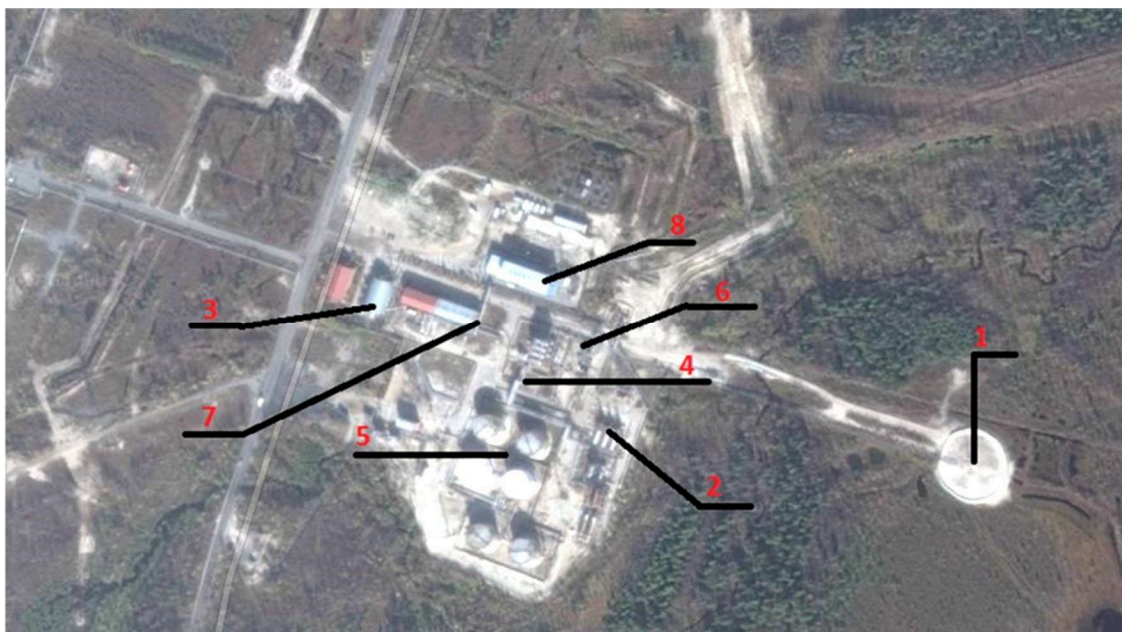


Рисунок 1 – Карта промышленной площадки второго цеха добычи нефти и газа (Googlemaps)

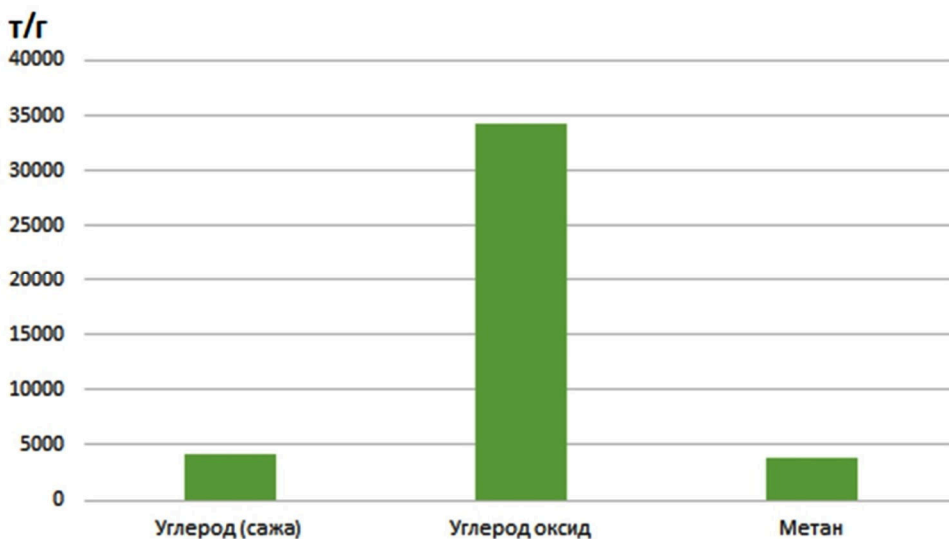


Рисунок 2 – Распределение веществ в диапазоне от 35000 т/г до 3500 т/г

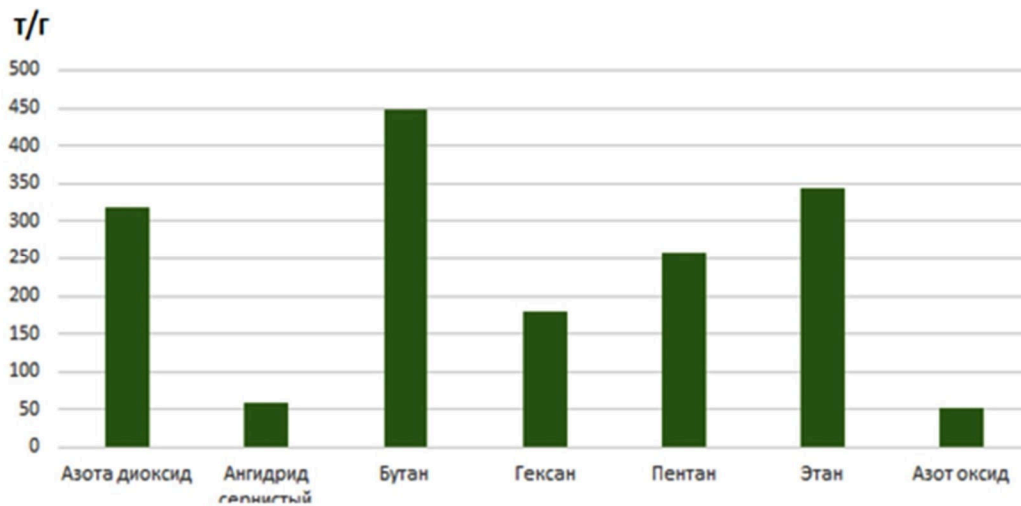


Рисунок 3 – Распределение веществ в диапазоне от 500 т/г до 50 т/г



В диапазоне от 0,7 т/г до 0,000011 т/г присутствуют марганец и его соединения, сероводород, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, бензол, ксилол, толуол, бенз(а)пирен, метиловый спирт, формальдегид, пыль неорганическая, железа оксид, керосин, масло минеральное нефтяное. В 2015 году было выброшено 0,61 т сероводорода, (т.), 0,4 т метилового спирта, 0,18 т толуола (рис. 4).

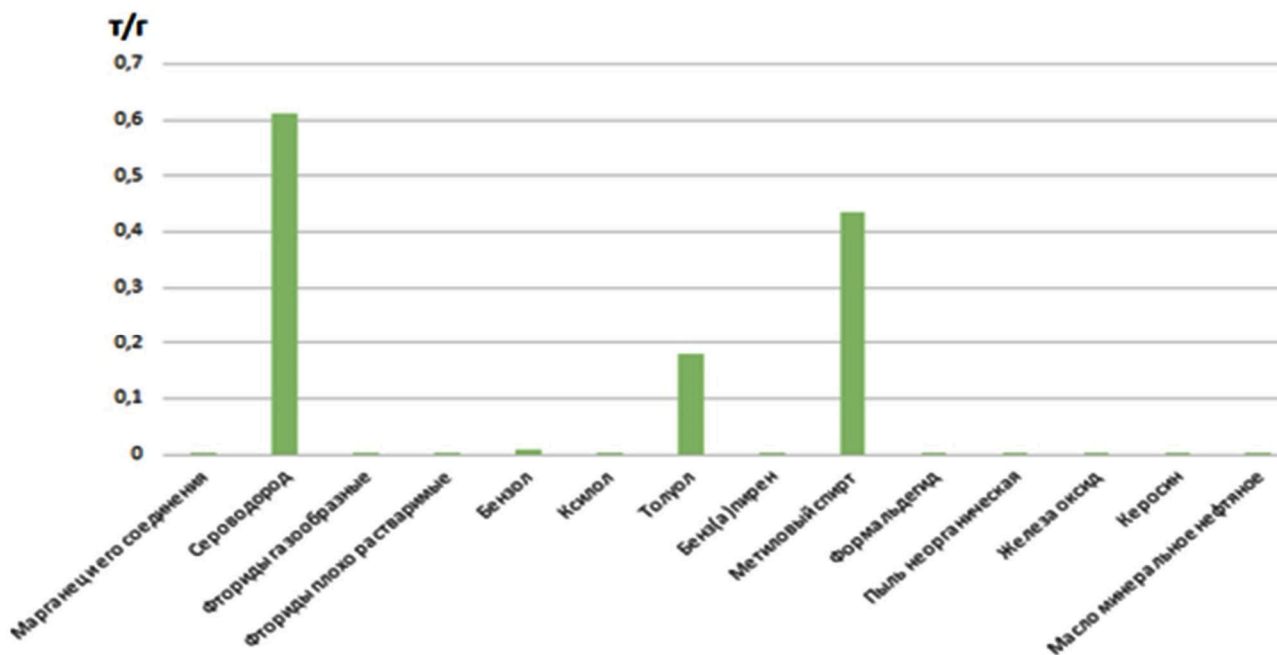


Рисунок 4 – Распределение веществ в диапазоне от 0,7 т/г до 0,000011 т/г

Исходя из диаграмм, показанных выше, следует то, что, основным загрязнителем атмосферы на площадке цеха добычи нефти и газа является 34333,41 т углерода оксид (рис. 2). В основном, данный загрязнитель атмосферы выделяется при сжигании попутного газа на факельной установке, высота которой 25,2 м. Загрязнитель выбрасываются на высоту 37 (рис. 5).

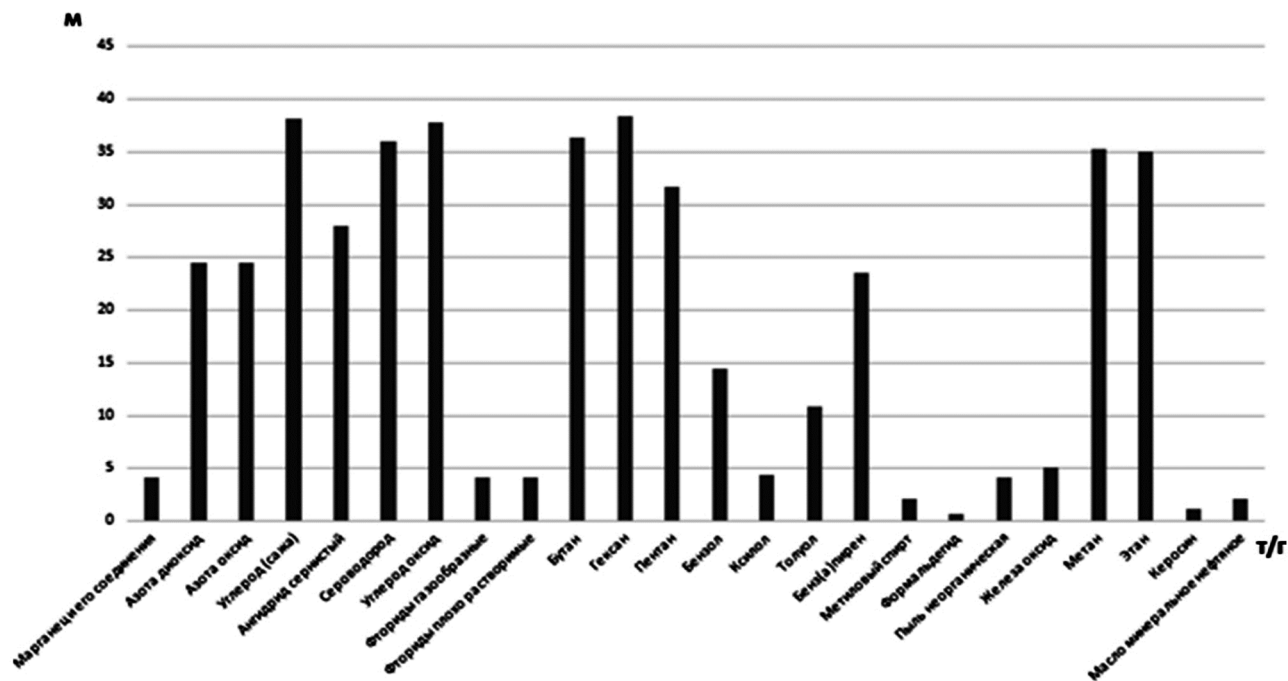


Рисунок 5 – Распределение загрязняющих веществ по высоте выброса

Анализ рисунков 2–5 свидетельствует, что наибольший объем загрязнителей характерен для высотного источника – факела. Всего в 2015 г. от технологических источников высотой 23–38 м. было



выброшено: 34333,41 т углерода оксида; 4106,52 т сажи; 318,35 т азота диоксида; 58,36 т ангидрида сернистого; 0,611 т дигидросульфида (сероводород); 3764,87 т метана; 342,56 т этана; 448,11 т бутана; 259,05 т пентана; 180,39 т гексана; 34333,41 т углерода оксида; 0,000011 т бензапирена.

Анализ таблицы 1 и рисунка 4 свидетельствуют, что сварочное оборудование явилось источником выбросов с высотой до 5 м веществ: марганца и его соединений (0,01 т); фторидов газообразных и плохо растворимых (0,01 т), железа оксида (0,01 т). Технологические резервуары для хранения нефти явились источником выбросов бензола, ксилола (рис. 4). На высоте 12 метров выбросы толуола составили 0,18 т, в частности от резервуаров для хранения нефти блока реагентного хозяйства. От дизельного двигателя электростанции было выброшено около 0,01 т формальдегида и керосина. Наиболее опасными для здоровья человека, даже в минимальных концентрациях, являются такие выделяемые загрязнители как: азота диоксид, сероводород, бензол, ксилол, толуол. Данные загрязнители выделяются на высоте от 4 до 38 метров (рис. 5) и характерны как для выброса факела, так и для других источников (см. табл. 1).

В зоне жизнедеятельности человека (5 метров, рабочая зона – пространство над уровнем пола или рабочей площадки) выделяются: марганец и его соединения, фториды газообразные и плохо растворимые, ксилол, метиловый спирт, формальдегид, пыль неорганическая, керосин и масло минеральное нефтяное.

Промышленная площадка цеха располагается в северо-восточном направлении на расстоянии более 5 км до границ населенных пунктов. Долгих застоев воздуха на площадке не наблюдается. Выброс веществ происходит на достаточной высоте и удаленности от населенных пунктов. С учетом средней годовой скорости ветра (4,5 м/с) и основными направлениями ветра в течение года (западные и северо-западные ветры), можно сделать вывод, что для человека, данные выбросы малоопасны.

Таким образом, факельная установка сжигания попутного нефтяного газа является основным загрязнителем воздуха углеродом оксидом, сажей, азотом диоксида, ангидридом сернистым, дигидросульфидом (сероводородом), метаном, этаном, бутаном, пентаном, гексаном, углеродом оксида, бензапиреном. В значительно меньшем количестве составляют выбросы от других технологических источников. В частности, от резервуаров для хранения нефти были выброшены токсические вещества бензол, ксилол, толуол.

В целом, на предприятии необходим контроль за выбросами рассмотренных в статье веществ в зоне их миграции и рассеивания и возможно дополнительные мероприятия для снижения уровня сжигаемого на факельной установке попутного нефтяного газа.

Литература:

1. Перечень технологического оборудования объектов основного производства обустройства нефтяных месторождений, подлежащего размещению на открытых площадках» ВСН 39.1.06-84 [Электронный ресурс] / Портал нормативных документов. – URL : www.opengost.ru/13928-vsn-39.1.06-84-razdel-1.-pravila_obustroystva-neftyanyh-mestorozhdeniy.-gl.-06.-perechen-tehnologicheskogo-oborudovaniya.html
2. Сидоркин Д.И. Техника и технология добычи нефти и газа. – УГНТУ «ИДПО», 2014. – 132 с.
3. Кочергин Г.А., Куприянов М.А., Полищук Ю.М. Использование космических снимков Landsat 8 для оперативной оценки суммарного объема факельного сжигания попутного газа на нефтедобывающей территории // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 5. – С. 47–55.
4. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2016 году [Электронный ресурс] / Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО. – URL : prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/864870/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre-v-2016-godu-

References:

1. The list of technological equipment of the main production facilities for the development of oil fields subject to placement on open sites ВСН 39.1.06-84 [Electronic resource] / Portal of normative documents. – URL : www.opengost.ru/13928-vsn-39.1.06-84-razdel-1.-pravila_obustroystva-neftyanyh-mestorozhdeniy.-gl.-06.-perechen-tehnologicheskogo-oborudovaniya.html
2. Sidorkin D.I. Technique and technology of oil and gas production. – UGNTU «IDPO», 2014. – 132 p.
3. Kochergin G.A., Kupriyanov M.A., Polishchuk Yu.M. Use of Landsat 8 space images for rapid assessment of the total volume of flaring of associated gas in the oil-producing territory // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. – 2017. – V. 14. – № 5. – P. 47–55.
4. Report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra in 2016 [Electronic resource] / Monitoring and Oversight Service in the sphere of environmental protection, objects of wildlife and forest relations of ХМАО. – URL : prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/864870/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre-v-2016-godu-