



УДК 502

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЛАНЦЕВОЙ РЕВОЛЮЦИИ**ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE SHALE REVOLUTION****Боровский Михаил Яковлевич**

кандидат геолого-минералогических наук,
генеральный директор,
ООО «Геофизсервис»
micbor1913@mail.ru

Борисов Анатолий Сергеевич

доктор геолого-минералогических наук, профессор,
профессор кафедры геофизики
и геоинформационных технологий,
Казанский (Приволжский) федеральный университет
anatoly.borisov@kpfu.ru

Богатов Владимир Ильич

Ведущий геофизик,
ООО «Геофизсервис»
vladbogatoff@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены эколого-технические последствия добычи нефти и газа из пород сланцевых формаций. Отмечено, процессы освоения скоплений сланцевой нефти и газа оказывают негативное влияние на природную окружающую среду на всем протяжении геологоразведочного цикла. Значительную помощь для своевременного принятия природоохранных мероприятий, прогнозирования изменений геологической среды оказывают малозатратные экологически приемлемые методы разведочной геофизики. В старых нефтедобывающих регионах имеется огромный опыт геофизического прогнозирования и картирования негативных явлений процессов добычи скоплений углеводородов.

Ключевые слова: сланцевые отложения, горизонтальная скважина, гидроразрыв, природная окружающая среда, экологические последствия, загрязнение, мониторинг, экологическая геофизика.

Borovskiy Mikhail Yakovlevich

Candidate of geological
and mineralogical Sciences,
general Director,
«Geofizservis» Ltd
micbor1913@mail.ru

Borisov Anatoly Sergeevich

Doctor of geological and mineralogical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Geophysics
and geoinformation technologies,
Kazan (Volga region) Federal University
anatoly.borisov@kpfu.ru

Bogatov Vladimir Ilyich

leading geophysicist,
«Geofizservis» Ltd
vladbogatoff@gmail.com

Annotation. The ecological and technical consequences of oil and gas extraction from shale formations are considered. It is noted that the processes of developing accumulations of shale oil and gas have a negative impact on the natural environment throughout the exploration cycle. Low-cost environmentally acceptable methods of exploration Geophysics provide significant assistance for timely adoption of environmental measures and forecasting changes in the geological environment. In the old oil producing regions there is a huge experience in geophysical forecasting and mapping of negative phenomena processes of production of hydrocarbon accumulations.

Keywords: shale deposits, horizontal well, hydraulic fracturing, natural environment, environmental consequences, pollution, monitoring, environmental geophysics.

Нефтяная и газовая промышленность была и остается ключевой отраслью экономики страны, обеспечивающей основные поступления в бюджет. В росте добычи и переработки нефти и газа заинтересованы практически все социально-экономические факторы, включая власть различных уровней, компании и население. Однако, добыча, транспортировка, хранение и переработка нефти и газа сопровождаются (В.И. Осипов, 2006) крайне негативными последствиями для окружающей среды и здоровья людей.

Отношение государства к проблемам охраны окружающей среды отражается в Конституции страны и законодательных документах. Основные положения политики в данной области детализируются в специальных государственных программах. В России экологическая политика на уровне государства наиболее четко сформулирована в Экологической доктрине РФ. Отмечено, что к числу основных факторов деградации природной среды относятся ресурсодобывающие и ресурсоемкие секторы в структуре экономики (А.П. Хаустов, М.М. Редина, 2006).

На уровне конкретных отраслей и субъектов Федерации положения государственной экологической политики детализируются с учетом отраслевой и региональной специфики. Здесь также формируются программы действий, направленные на гармонизацию отношений с окружающей средой, программы развития отраслей и регионов с учетом экологических приоритетов. Так, выполнение различных программ по проблемам и обеспечению экологической безопасности подробно приводится в ежегодных Государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан...» Министерства экологии и природных ресурсов РТ.

Оценка экологической ситуации, вследствие процессов освоения месторождений газа и нефти сланцевых отложений имеет решающее значение при принятии управленческих, а главное, политико-



экономических решений для постановки поисково-разведочных работ на нетрадиционные виды углеводородного сырья.

Добыча углеводородов из сланцевых образований в США стала экономически выгодной, благодаря применению новых технологий горизонтального бурения и многостадийного разрыва продуктивного пласта. Вовлечение в промышленный оборот горючих полезных ископаемых зависит [1] не только от запасов искомого сырья, но и от комплекса условий: геолого-технические, географо-экономические, социальные, конъюнктурные, стратегические и, что особенно важно, в густонаселенных регионах – экологические факторы.

В числе факторов, положительно влияющих на перспективы добычи сланцевого газа: близость месторождений к рынкам сбыта; значительные запасы; заинтересованность властей ряда стран в снижении зависимости от импорта топливно-энергетических ресурсов. В то же время у сланцевого газа есть множество недостатков, негативно влияющих на перспективы его добычи. Среди таких недостатков: относительно высокая себестоимость; непригодность для транспортировки на большие расстояния; быстрая истощаемость месторождений; низкий уровень доказанных запасов в общей структуре запасов; значительные экологические риски при добыче.

Взгляды европейских стран по вопросу разработки сланцевого газа разделились. В то время как Польша намерена в ближайшем будущем приступить к разработке соответствующих проектов, Франция, Бельгия и несколько других стран Евросоюза ввели запрет на подобные работы (URL: <http://www.pro-gas.org>).

После 10 лет эксплуатации скважин в BarnettShale, FayettevilleShale, MarcellusShale, HaynesvilleShale выделяются (URL: <http://www.pronedra.ru/gas/2011/12/23/slancevyj-gaz>) следующие негативные явления:

- технология гидроразрыва пласта требует крупных запасов воды вблизи месторождений, для одного гидроразрыва используется смесь воды (7500 тонн), песка и химикатов. В результате скапливаются значительные объемы отработанной загрязненной воды, которая не утилизируется добытчиками с соблюдением экологических норм;

- сланцевые скважины имеют гораздо меньший срок эксплуатации, чем скважины обычного природного газа;

- формулы химического коктейля для гидроразрыва в компаниях, добывающих сланцевый газ, конфиденциальны. По отчетам экологов добыча сланцевого газа приводит к значительному загрязнению грунтовых вод толуолом, бензолом, диметилбензолом, этилбензолом, мышьяком и др. Некоторые компании используют солянокислотный раствор, загущенный с помощью полимера, для одной операции гидроразрыва используется 80-300 тонн химикатов;

- при добыче сланцевого газа имеются значительные потери метана, что приводит к усилению парникового эффекта;

- добыча сланцевого газа рентабельна только при наличии спроса и высоких цен на газ.

По данным электронных средств информации газодобывающими компаниями для добычи газа применяется 85 токсичных веществ, некоторые из них имеют следующее предназначение:

- соляная кислота способствует растворению минералов;

- этиленгликоль противостоит отложениям на внутренних стенках труб;

- изопропиловый спирт, гуаровая камедь и борная кислота используются в качестве загустителей и веществ, поддерживающих вязкость;

- глутаральдегид и формамид противостоит коррозии;

- нефть в легких фракциях используется для снижения трения;

- пероксодисульфат аммония противостоит распаду гуаровой камеди;

- хлорид калия препятствует химическим реакциям между жидкостью и грунтом;

- карбонат натрия или калия – для поддержки баланса кислот.

В настоящее время наносимый вред экологии региона сланцевого бассейна в Пенсильвании носит характер экологической катастрофы (URL: <http://www.pronedra.ru/gas/2011/12/23/slancevyj-gaz>).

Именно экологическая проблема наряду с использованием большого количества воды для осуществления гидроразрыва является наиболее острой для развития сланцевой добычи в густонаселенных районах. Несмотря на то, что гидроразрывы проводятся гораздо ниже уровня грунтовых вод, токсичными веществами заражен почвенный слой, грунтовые воды и воздух. Это происходит за счет просачивания химических веществ через трещины, образовавшиеся в толще осадочных пород, в поверхностные слои почвы. В некоторых районах Пенсильвании в колодцах можно поджечь воду. В результате действий экологов согласно Закону о чистой воде США от 2005 года вышло предписание для всех газодобывающих компаний из сланцевых месторождений раскрыть формулу химических коктейлей, а также снизить химическую нагрузку на экологию региона.

Наиболее успешно разрабатываемые сланцевые месторождения имеют высокий уровень гамма-излучения, который коррелирует с термической зрелостью сланцевого месторождения. В результате гидроразрыва радиация попадает в верхний слой осадочных пород, в районах сланцевой добычи газа наблюдается повышение радиационного фона (по данным URL: <http://www.pronedra.ru/gas/2011/12/23/slancevyj-gaz>). В Волго-Уральской нефтегазоносной провинции семилукско-бурегские (речицкие) отложения, перспективные на поиски сланцевой нефти и газа, характеризуются в разрезе осадочного покрова повышенными величинами ГК, природа которых связывается [2] с наличием урановой минерализации.



Процессы освоения скоплений сланцевой нефти и газа оказывают негативное влияние на природную среду на всем протяжении геологоразведочного цикла: от начальных (подготовка к строительству буровой площадки) до завершающих (бурение горизонтальной скважины, проведение в ней операции гидроразрыва ГРП, и последующего отбора полезного ископаемого) этапов. Отрицательные последствия этой деятельности проявляются в виде загрязнения различными вредными примесями воздуха, поверхностных и подземных вод, земельных угодий. Применение широкой гаммы химических реагентов в различных технологических процедурах, прежде всего при выполнении гидроразрыва, ухудшает состояние окружающей среды. Не исключено также [3], что многократно повторяющиеся операции (по некоторым источникам до 10 раз) гидроразрыва могут служить «спусковым крючком» к возникновению техногенных землетрясений.

На рисунке приводится обобщенная схема экологических угроз проектов по добыче сланцевого газа.



Рисунок – Экологические угрозы проектов при добыче сланцевого газа (Источник: URL: <http://www.obretenie.info/events/ukraine/gaz/gaz1.htm>)



Для того чтобы не допустить утечки жидкости для ГРП из скважины в почву или подземные воды, крупные сервисные компании применяют различные способы изоляции пластов, такие как многоколонные конструкции скважин и использование сверхпрочных материалов в процессе цементирования.

В Республике Татарстан накоплен огромный опыт (МЭПР РТ, ОАО «Татнефть», ТатНИПинефть, ТГРУ, ТНГ-Групп, Казаньгеофизика, Казанский университет и др.) по прогнозированию и проведению мероприятий по экологической безопасности, уменьшению или исключению негативных последствий процессов освоения нефтяных месторождений, в том числе и на поздней стадии разработки [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Значительную помощь для своевременного осуществления мероприятий с позиций экологической безопасности, прогнозирования негативных последствий геологоразведочного процесса оказывают оперативные, малозатратные, экологически приемлемые геофизические методы разведки.

Для нефтедобывающих регионов разработаны [4, 17, 18, 19, 20, 21] методические основы оценки естественной защищенности недр (прежде всего, имеются в виду горизонты пресных подземных вод), как «снизу», так и «сверху» по геофизическим данным. Предложены [8, 17, 22, 23, 24] геофизические комплексы для выявления источников и ореолов загрязнения геологической среды.

Эффективным средством контроля состояния природной окружающей среды служит [17, 25, 26] реализуемый в ГНПП «Аэрогеофизика» комплекс, позволяющий вести дистанционный экологический мониторинг, включающий тепловую, гамма-спектрометрическую, газовую и аэрозольную съемки.

Литература

1. Прищепа О.М., Аверьянов О.Ю., Жарков А.М. Нефтеносные сланцы Восточно-Европейской платформы – резерв поддержания добычи углеводородов в промышленно освоенных районах : Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии / Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань : Изд-во Фэн АН РТ, 2013. – С. 28–32.
2. Хайретдинов Р.Р. К вопросу о природе повышенной радиоактивности пород семилукско-бурегских отложений в Татарстане и сопредельных областях // Вопросы геолого-геофизических исследований Татарстана и сопредельных областей. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1991. – С. 34–39.
3. Маевский Б.И. [и др.]. Об опасных эколого-техногенных последствиях при добыче газа из сланцеватых пород в сложнопостроенном Карпатском регионе / Материалы докладов III Международной научно-практической конференции «Нефтегазовая геофизика – нетрадиционные ресурсы», (20–24 мая, 2013 г., Ивано-Франковск). – Ивано-Франковск, 2013. – С. 139–140.
4. Ибрагимов Р.Л., Боровский М.Я., Фахрутдинов Е.Г. Типизация геологической среды для оценки степени защищенности подземных вод нефтеперспективных регионов // Нефть. Газ. Новации. – 2011. – № 2. – С. 6–9.
5. Анисимов Б.В., Ибрагимов Р.Л., Пухов А.Г. Основные принципы типизации геологической среды нефтедобывающих районов в природоохранных целях // Пути повышения эффективности геологоразведочных работ в ТАССР. – Бугульма : ТатНИПинефть, 1987. – Вып. 60. – С. 60–74.
6. Гареев Р.М. [и др.]. Основные принципы концепции гидромониторинга геологической среды на территории деятельности ОАО «Татнефть» // Георесурсы. – 2002. – № 2. – С. 12–13.
7. Гареев Р.М., Мишанина О.Е., Хисамутдинова Е.В. Воздействие поздней стадии разработки Ромашкинского месторождения на окружающую среду / Р.М. Гареев, // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 7. – С. 92–96.
8. Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / под ред. А.И. Короткова, В.К. Учаева. – Казань : Изд-во Репер, 2007. – 300 с.
9. Ибрагимов Н.Г. [и др.]. Экологический мониторинг окружающей среды на месторождениях ОАО «Татнефть» // Ибрагимов Н.Г. Научные труды. Корпоративная библиотека ОАО «Татнефть». – М. : НП Закон и порядок, 2006. – С. 30–32.
10. Ибрагимов Н.Г. [и др.]. Текущее состояние экосистем региона на территории производственной деятельности ОАО «Татнефть» // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 108–111.
11. Ибрагимов Р.Л. Прогнозирование гидрогеоэкологических условий в нефтедобывающих районах Татарстана : автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук: 25.00.36. – Пермь : ПГУ, 2007. – 32 с.
12. Тахаутдинов Ш.Ф., Ибрагимов Н.Г. Разработка и обустройство крупных нефтяных месторождений с предотвращением техногенных экологических рисков // Ибрагимов Н.Г. Научные труды. Корпоративная библиотека ОАО «Татнефть». – М. : НП Закон и порядок, 2006. – С. 27–29.
13. Хисамов Р.С., Боровский М.Я., Гатиятуллин Н.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений природных битумов в Республике Татарстан / под ред. Р.С. Хисамова. – Казань : Изд-во Фэн АН РТ, 2007. – 247 с.
14. Хисамов Р.С., Файзуллин И.С. Геолого-геофизическое доизучение нефтяных месторождений на поздней стадии разработки. – Казань : Изд-во Фэн АН РТ, 2011. – 228 с.
15. Хисамов Р.С. [и др.]. Гидрогеологические условия нефтяных месторождений Татарстана. – Казань : Фэн АН РТ, 2009. – 254 с.
16. Хисамов Р.С. [и др.]. Современная геодинамика и сейсмичность юго-востока Татарстана. – Казань : Изд-во Фэн АН РТ, 2012. – 240 с.
17. Боровский М.Я., Газеев Н.Х., Нурғалиев Д.К. Геоэкология недр Республики Татарстан: геофизические аспекты / под ред. Д.К. Нурғалиева. – Казань : Экоцентр, 1996. – 316 с.
18. Боровский М.Я. [и др.]. Методические основы прогнозирования естественной защищенности недр по данным структурной гравиразведки // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ. – 2011. – № 8. – С. 40–46.



19. Боровский М.Я. Эколого-геофизические аспекты процессов освоения углеводородов сланцевых формаций : Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей / Материалы 41-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского, 27–31 января 2014 г. – Екатеринбург : ИГФ УрО РАН, 2014. – С. 52–53.

20. Боровский М.Я. [и др.]. Высокоточная гравиразведка в природоохранных целях : Теория и практика нефтяной геофизики / Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 90-летию А.К. Урупова (21–22 ноября 2013 г.); гл. ред. В.И. Костицын; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – С. 60–66.

21. Боровский М.Я. Концепция геофизического обеспечения эколого-геологических задач : Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды / Матер. междунар. науч. – практич. конф. – Пермь : Перм. ун-т., 1997. – С. 162–164.

22. Боровский М.Я. [и др.]. Геофизическая диагностика площадей вероятного распространения загрязнения в районах действующих нефтедобывающих предприятий // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ. – 2012. – № 2. – С. 22–27.

23. Боровский М.Я. Воздействие процессов освоения углеводородов сланцевых отложений на окружающую среду / Сборник трудов V Международного Конгресса «Чистая вода. Казань» 26–28 марта 2014 г. – Казань : типогр. ООО «Куранты», 2014. – С. 33–35.

24. Харьковский К.С. Поиск и оконтуривание очагов засоления подземных вод методами наземной электроразведки (на примере нефтедобывающих районов Республики Татарстан) : автореф. дис. ... на канд. геол.-минер. наук : 04.00.06. – СПб. : С-ПбГГИ, 1998. – 21 с.

25. Бабаянц П.С. [и др.]. Комплексные аэрогеофизические съемки – ресурсоэффективные технологии в проблемах изучения недр и охраны окружающей среды / Тр. V Международного симпозиума «Ресурсоэффективность и энергосбережение». – Казань : Изд-во КГУ, 2005. – С. 592–597.

26. Пируева Т.Г., Скловский С.А. Дистанционный поисковый мониторинг городских территорий и природных объектов // Разведка и охрана недр. – 2006. – № 5. – С. 46–53.

27. Боровский М.Я. [и др.]. Вероятные эколого-техногенные последствия добычи газа и нефти из пород сланцевых формаций : Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы углеводородов: опыт и прогнозы / материалы Международной научно-практической конференции. – Казань : Изд-во «Фэн» АН РТ, 2014. – С. 169–173.

28. Боровский М.Я. [и др.]. Экологические последствия процессов освоения углеводородов сланцевых толщ и геофизические методы их прогноза и картирования // Нефть. Газ. Новации. – 2015. – № 2. – С. 74–78.

29. Боровский М.Я. [и др.]. Эколого-геофизические исследования в районах освоения нефтяных месторождений : Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей / Материалы 41-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского – В.Н. Страхова, 27–30 января 2020 г. – Воронеж : Издательский научно-полиграфический центр, 2020. – С. 45–49.

References

1. Prischepa O.M., Aver'yanov O.Yu., Zharkov A.M. Oil shale of East-European platform – reserve for maintenance of hydrocarbons production in industrially developed areas: Problems of oil fields development efficiency increase at a late stage / Proceedings of the International scientific-practical conference. – Kazan : Feng RT Academy of Sciences Publishing House, 2013. – P. 28–32.

2. Khairtdinov R.R. To the question of the nature of increased radioactivity of rocks of Semiluk-Buregian deposits in Tatarstan and neighboring regions // Problems of geological and geophysical studies of Tatarstan and neighboring regions. – Kazan : Kazan University Publishing House, 1991. – P. 34–39.

3. Maevsky B.I. [et al.]. On Dangerous Ecological and Technogenic Consequences of Gas Extraction from Shale Rocks in a Complex Carpathian Region / Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference «Oil and Gas Geophysics – Unconventional Resources», (May 20–24, 2013, Ivano-Frankivsk). – Ivano-Frankivsk, 2013. – P. 139–140.

4. Ibragimov R.L., Borovskiy M.Ya., Fakhruddinov E.G. Typization of the geological environment for estimation of the steppe protection of the underground waters of the oil promising regions // Neft. Gas. Innovations. – 2011. – № 2. – P. 6–9.

5. Anisimov B.V., Ibragimov R.L., Pukhov A.G. Main principles of oil-producing regions geological environment typification for environmental protection purposes // Ways to increase efficiency of geological exploration in TASSR. – Bugulma : TatNIPneft, 1987. – Issue. 60. – P. 60–74.

6. Gareev R.M. [et al.]. Basic principles of the concept of hydromonitoring of the geological environment on the territory of OAO TATNEFT activity // Georesources. – 2002. – № 2. – P. 12–13.

7. Gareev R.M., Mishanina O.E., Himamutdinova E.V. Environmental impact of the late stage of the Romashkinskoye field development // Oil economy. – 2008. – № 7. – P. 92–96.

8. Hydrogeoecological investigations in the oil-producing regions of Tatarstan Republic / Under edition of A.I. Korotkov, V.K. Uchaeva. – Kazan : Publishing house of the Repertoire, 2007. – 300 p.

9. Ibragimov N.G. [et al.]. Ecological monitoring of environment at the oilfields of OAO Tatneft // Ibragimov N.G. Scientific works. OAO TATNEFT corporate library. – M. : NP Zakon i Poryadok, 2006. – P. 30–32.

10. Ibragimov N.G. [et al.]. Current condition of the region ecosystems on the territory of OAO TATNEFT production activity // Oil economy. – 2009. – № 5. – P. 108–111.

11. Ibragimov R.L. Hydrogeoecological conditions prediction in the oil-producing regions of Tatarstan : dis. ... Dr. geol.min. of sciences: 25.00.36. – Perm : CCPP, 2007. – 32 p.

12. Tahautdinov S.F., Ibragimov N.G. Development and arrangement of the large oil fields with prevention of the technogenic ecological risks // Ibragimov N.G. Scientific works. OAO TATNEFT corporate bi-lioteca. – M. : NP Law and Order, 2006. – P. 27–29.



13. Khisamov R.S., Borovsky M.Ya., Gatiyatullin N.S. Geophysical methods of prospecting and exploration of places of natural bitumen births in the Republic of Tatarstan / edited by R.S. Khisamova. – Kazan : Published in Feng, RT Academy of Sciences, 2007. – 247 p.
14. Khisamov R.S., Faizullin I.S. Geological and geophysical pretreatment of the oil fields at the late development stage. – Kazan : Feng RT Academy of Sciences Publishing House, 2011. – 228 p.
15. Khisamov R.S. [et al.]. Hydrogeological conditions of oil fields in Tatarstan. – Kazan : Feng AS RT, 2009. – 254 p.
16. Khisamov R.S. [et al.]. Modern Geodynamics and Seismicity of South-East Tatarstan. – Kazan : Feng RT Academy of Sciences Publishing House, 2012. – 240 p.
17. Borovskiy M.Ya., Gazeev N.H., Nurgaliev D.K. Geocology of subsoil of the Republic of Tatarstan: geophysical aspects / edited by D.K. Nurgaliev. – Kazan : EcoCenter, 1996. – 316 p.
18. Borovskiy M.Ya. [et al.]. Methodical bases of forecasting of natural protection of subsoil according to data of structural gravitation // Environmental protection in oil and gas complex. – M. : INNIOENG. – 2011. – № 8. – P. 40–46.
19. Borovsky M.Ya. Ecological and Geophysical Aspects of Hydrocarbon Development Processes in Shale Formations : Questions of Theory and Practice of Geological Interpretation of Gravity, Magnetic and Electric Fields / Proceedings of the 41st Session of the D.G. Uspensky International Workshop, January 27–31, 2014. – Ekate-Rinburg : IGF UD RAS, 2014. – P. 52–53.
20. Borovsky M.Ya. [et al.]. Precision engraving for environmental purposes : Theory and practice of petroleum geophysics / Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 90th anniversary of A.K. Urupov (November 21–22, 2013); Ch. Ed. – Perm, 2013. – P. 60–66.
21. Borovskiy M.Ya. Concept of geophysical support of ecological and geological tasks : Engineering and geological support of subsoil use and environmental protection / International Scientific-Practical Conf. – Perm. – P. 162–164.
22. Borovskiy M.Ya. [et al.] Geophysical diagnostics of areas of probable distribution of pollution in areas of the operating oil-producing enterprises // Environment protection in oil and gas complex. – M. : INNIOENG. – 2012. – № 2. – P. 22–27.
23. Borovskiy, M.Ya. Impact of hydrocarbon development processes of shale deposits on environment / Proceedings of the V International Congress «Pure Water. Kazan» 26–28 March 2014. – Kazan : «Chimes» LLC, 2014. – P. 33–35.
24. Kharkovsky K.S. Search and delineation of underground water salinization centers by the methods of surface electrical exploration (by the example of oil-producing regions of the Republic of Tatarstan) : abstract of dis. ... Cand. geo-mineral sciences: 04.00.06. – SPb. S-PbGI, 1998. – 21 p.
25. Babayants P.S. [et al.]. Complex Aero-geophysical Surveys – Resource-Efficient Technologies in the Problems of Subsoil Study and Environmental Protection / Proc. of Intern. V International Symposium «Resource Efficiency and Energy Saving». – Kazan : KSU Publishing House, 2005. – P. 592–597.
26. Pirueva T.G., Sklovsky S.A. Remote search monitoring of urban areas and natural objects // Exploration and protection of mineral resources. – 2006. – № 5. – P. 46–53.
27. Borovskiy M.Ya. [et al.]. Probable ecological and technological consequences of gas and oil extraction from shale formations : Hard to recover and unconventional hydrocarbon reserves : experience and forecasts / material of the International scientific-practical conference. – Kazan : «Feng» Publishing House, Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2014. – P. 169–173.
28. Borovsky M.Ya. [et al.]. Ecological Consequences of Hydrocarbon Development Processes in Oil Shale Costs and Geophysical Methods of Their Prognostication and Mapping // Oil. Gas. Innovations. – 2015. – № 2. – P. 74–78.
29. Borovsky M.Ya. [et al.]. Ecological and geophysical studies in the areas of oil mysterious births development : Questions of theory and practice of geological interpretation of geophysical fields / Proceedings of the 41st session of the International Workshop named after D.G. Uspensky – V.N. Strakhov, January 27-30, 2020. – Voronezh : Publishing house scientific and printing center, 2020. – P. 45–49.