



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

UDC 332.13:553(470.4)

LBC 65.285.2(235.47)

ON THE ISSUE OF THE ECONOMY DEVELOPMENT OF THE SOUTH VOLGA REGION

Leonid A. Anisimov

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The South Volga region is currently a modest subject among the resource-producing regions of Russia. At the same time, the region has unique reserves of a number of minerals that may be in demand with a certain development of world technologies and the world economy. These include Saratov oil shales, Volgograd bischofite, and Astrakhan sulfur. The development of the economy of the South Volga region requires purposeful research of the most significant natural resources in terms of the conditions of occurrence, the size of reserves and their distribution, development conditions, and development problems. To solve these problems, it is necessary to assess the possibility of using modern technologies for their development, conduct a pre-project risk analysis, and assess the feasibility, nature, and degree of participation of the principal enterprises of the region in the development of deposits.

Key words: South Volga region, oil shale, bischofite, hydrogen sulfide, development technologies.

Citation. Anisimov L.A. On the Issue of the Economy Development of the South Volga Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 49-57. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

УДК 332.13:553(470.4)

ББК 65.285.2(235.47)

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

Леонид Алексеевич Анисимов

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Нижнее Поволжье в настоящее время занимает скромное место среди ресурсодобывающих регионов России. В то же время регион обладает уникальными запасами ряда полезных ископаемых, которые могут быть востребованы при определенном развитии мировых технологий и мировой экономики. К ним мы относим саратовские горючие сланцы, волгоградский бишофит и астраханскую серу. Развитие производительных сил Нижнего Поволжья требует целенаправленных исследований наиболее значимых природных ресурсов региона с точки зрения условий залегания, величины запасов и их распределения, условий разработки и проблем освоения. Для решения этих проблем необходимо определить возможность использования современных технологий для их освоения, провести предпроектный анализ рисков и оценить целесообразность, характер и степень участия системообразующих предприятий региона в освоении месторождений.

Ключевые слова: Нижневолжский регион, горючие сланцы, бишофит, сероводород, технологии освоения.

Цитирование. Анисимов Л. А. К вопросу развития производительных сил Нижневолжского региона // *Природные системы и ресурсы*. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 49–57. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.2.5>

Введение

Нижнее Поволжье обладает уникальными запасами ряда полезных ископаемых, которые могут быть востребованы при определенном развитии мировых технологий и мировой экономики. К ним мы относим саратовские горючие сланцы, волгоградский бишофит и астраханскую серу. Свойства и ресурсы этих полезных ископаемых заслуживают того, чтобы еще раз привлечь внимание к перспективам их освоения.

Энергетическое сырье – горючие сланцы

Горючие сланцы – разновидность каустобиолитов, в которой минеральная составляющая, как правило, доминирует над органическим веществом. Это осадочные органо-минеральные породы, содержащие концентрированное сапропелитовое или гумусо-сапропелитовое органическое вещество преимущественно морского генезиса. Основу органического вещества горючих сланцев составляют продукты преобразования фитопланктона, и в этом отношении они идентичны сапропелитовым углям. Минеральная сланцеобразующая часть превалирует над органическим веществом, и состав ее разнообразен: это – глинистый, алевролитно-глинистый, карбонатный, глинисто-карбонатный, кремнистый и кремнисто-глинистый материал.

Элементный состав органического вещества горючих сланцев месторождений, разведанных на территории Саратовской области, показан в таблице. Как видно из этих данных, элементный состав органического вещества сланцев различных месторождений примерно одинаков.

Содержание Сорг. в сланцах достигает 29–36 %, при соответствующей их зольности 60–70 %. В составе керогена горючих

сланцев Поволжья содержание серы достигает 8–11 %.

ПГО «Нижеволжскгеология» с 1978 по 1984 г. было головным предприятием по поиску и разведке месторождений горючих сланцев в Волжском бассейне. Границы распространения горючих сланцев Поволжья показаны на рисунке 1. По результатам разведочных работ на территории региона выявлен ряд месторождений, в частности Чаганское месторождение с запасами 4,4 млрд т; Перелюбское – 3,75 млрд т; Коцебинское – 4,1 млрд т; Кашпирское – 2,17 млрд т. В настоящее время суммарные запасы бассейна оцениваются в 55,26 млрд т в пересчете на углеводородное сырье, это более 5,5 млрд т тяжелой сланцевой нефти и более 16,5 трлн кубометров сланцевого газа [4].

Инициатором и энтузиастом в освоении высокосернистых сланцев Поволжья выступал проф. В.Г. Каширский (Саратовский государственный технический университет). Как известно, впервые в истории отечественной энергетики горючие сланцы Поволжья с 1936 по 1956 г. осваивали как топливо для производства электроэнергии в г. Саратове на Саратовской ТЭЦ-2, построенной по плану ГОЭЛРО. В 1991 г. прекратила использование сланца Кашпирского месторождения, перейдя на газ, Сызранская ТЭЦ при сланцеперерабатывающем заводе (СПЗ). В обоих случаях переход на другое топливо – природный газ – диктовался экологическими требованиями по выбросам в окружающую среду.

Металлургическое сырье – магниевые соли

Наиболее крупные скопления бишофита ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) обнаружены в кунгурских отложениях Приволжской моноклинали, где суммарная толщина продуктивных пластов дос-

Состав органического вещества горючих сланцев Поволжья

Месторождение	Состав керогена, %				
	С	Н	S	N	O
Савельевское	62,8	7,9	9,7	0,5	19,6
Перелюбское	68,1	9,2	11,0	2,5	10,3
Коцебинское	65,0	8,2	8,4	1,7	15,2
Общий Сырт.	67,0	8,0	7,7	1,7	12,4

Примечание. Источник: [5].

тигает 98 м [7]. Главным породообразующим минералом продуктивной толщи является бишофит (86–98 %); в примеси отмечается карналлит (0,1–3,9 %), галит (0,5–2,5%), ангидрит (0,04–0,7%), кизерит (0,03–5%). Структура породы тонко-мелкокристаллическая, текстура массивная со слабым признаком слоистости. Галитовые и карналлитовые примеси образуют тонкие (до нескольких сантиметров) прослойки или гнезда. Средневзвешенное содержание в %: Mg – 11,71 %, Ca – 0,16 %, K – 0,20 %, SO₄ – 0,37 %, Cl – 33,9 %, Br – 0,79 %, B – 0,1 %, B₂O₃ – 0,21 %. Среднее содержание собственно бишофита в породе составляет 96 %, (MgCl₂ – 46 %). Наличие бора отмечено по пробам из скважины в виде растворимого соединения B₂O₃ и нерастворимых минералов борациита и хильгардита. Концентрация брома в растворе бишофита – 3–12 кг/м³, что почти в 4 раза превышает его содержание в Мертвом море, откуда добывается основное количество брома в мире.

Степень изученности Поволжского бишофитоносного бассейна скважинами позволила оценить прогнозные ресурсы полезного ископаемого в размере 54,5 млрд т. Кроме уже известных месторождений: Светлоярского, Наримановского и Городищенского, с общими запасами сырья порядка 250 млн т, при необходимости могут быть выделены участки, разбуренность которых и установленная при этом выдержанность бишофитовой залежи, позволяет обосновать запасы бишофита по промышленным категориям В+С₁ [7].

Химическое сырье – сера

Астраханское газоконденсатное месторождение (далее – АГКМ) является крупнейшим в мире скоплением восстановленной серы, среднее содержание сероводорода в газе составляет 25 % при общих запасах серы около 1,5 млрд тонн. Месторождение открыто в 1976 году, в опытно-промышленную экс-

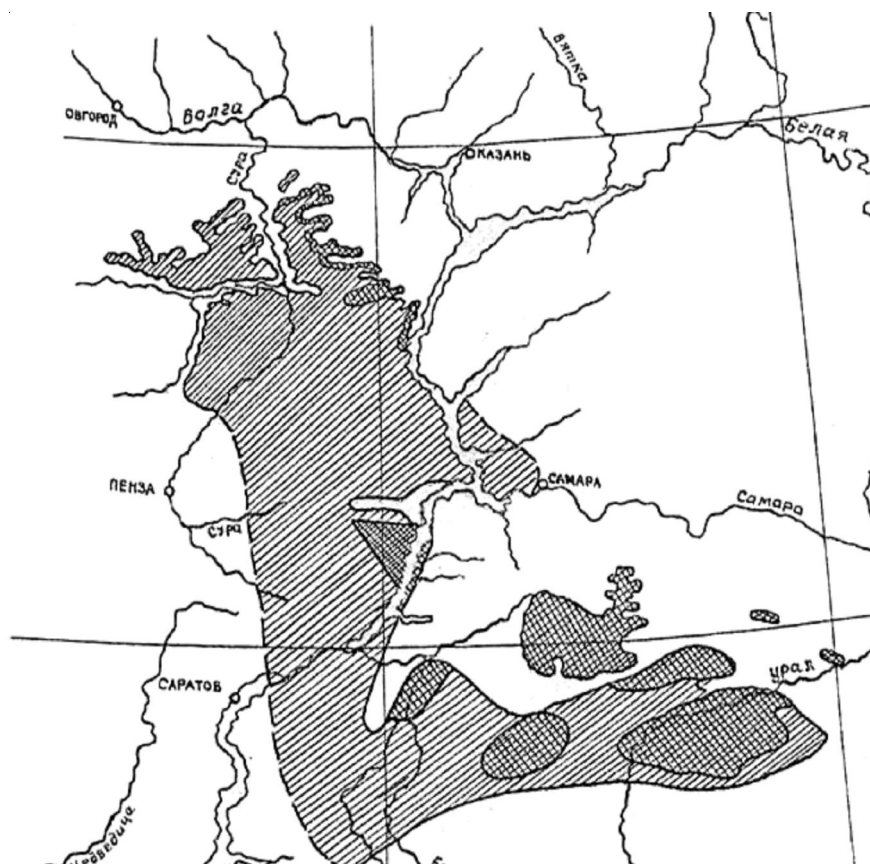


Рис. 1. Распространение горючих сланцев в Волжском регионе

Примечание. Основные месторождения заштрихованы в клетку.

платацию введено в декабре 1986 года. Месторождение расположено на левобережье Волги, в Волго-Ахтубинской пойме и на правобережье. Размеры месторождения 100×40 км (рис. 2).

Основные проблемы разработки Астраханского месторождения связаны с большой глубиной залегания (более 4000 м), аномально высоким пластовым давлением (около 63 МПа), сложным составом природного газа, содержащего значительное количество неуглеводородных коррозионно-активных компонентов (до 25 % H_2S и 16 % CO_2), повышенным содержанием конденсата, расположением части месторождения в пойменной зоне. Разработка левобережного участка АГКМ, которая ведется Газпромом.

В 2007 г. нефтяная компания ЛУКОЙЛ приобрела Пойменный участок АГКМ. Приобретение газоносного участка в центральной части Астраханского свода существенно увеличивает ресурсную базу Компании, однако ставит ряд сложных технологических задач при освоении этого месторождения. Основные проблемы связаны с гидрологическим режимом Волги – подъем уровня на 5–6 м в период половодья с затоплением основной части поймы. В отличие от уже освоенного левобережного участка, Пойменный участок (Центрально-Астраханское месторождение) расположен в природоохранной зоне мирового зна-

чения, поэтому вопросам безопасности и экологическому контролю должно придаваться особое внимание.

Технологии освоения

Сланцы. Существует два способа освоения месторождений горючих сланцев: шахтная добыча с последующей перегонкой породы на поверхности и нагревание породы в естественном залегании с последующим отбором сланцевой смолы скважинами. Экономическая целесообразность каждого варианта зависит от условий залегания, свойств органического вещества, технологии извлечения углеводородов и экологических последствий освоения. Возможны различные варианты, которые улучшают технологические и экономические показатели процессов: предварительное нагревание, газификация углерода на переработанном сланце, рециркуляция газа и др.

В штате Колорадо компания Shell провела полевые исследования новой технологии, процесса переработки в естественном залегании. В исследованиях используются нагреватели, устанавливаемые в источнике горючего сланца, которые медленно, за 3–4 года, нагревают его до 370 °С. С помощью этой технологии вырабатываются легкие жидкие углеводороды и газы, которые практически не содержат тяжелых фракций, при этом под землей остается уголь с



Рис. 2. Астраханское газосероконденсатное месторождение

очень низким содержанием водорода. Замороженная стена, окружающая нагретую зону, используется для предотвращения проникновения воды и локализации продукции.

Необходимость потребления значительного количества тепла для перегонки сланцев – серьезный экономический фактор, влияющий на стоимость конечного продукта. В связи с этим предлагается использовать технологии атомной энергетики для нагрева значительных объемов породы [6].

Использование водорода для обогащения продуктов перегонки имеет хорошие перспективы. Сверхкритический растворитель с донорной примесью водорода преобразует кероген в горючем сланце в транспортную синтетическую сырую нефть при температуре примерно 450 °С. Полученная нефть затем извлекается в сверхкритических условиях, оставляя обезвоженный нетоксичный остаток. Из остатка можно также извлечь неорганические компоненты, характерные для каждого горючего сланца, такие, как окислы металла или кальцинированная сода, после чего конечный остаток можно также использовать для производства портландцемента.

Уникальный разведанный потенциал альтернативного углеводородного сырья, расположенного в Европейской части России до настоящего времени не востребован по причине особенности геологических разрезов месторождений: мощность пластов колеблется от 0,3 до 0,9 м, мощность межпластовых глин от 2,5 м до 4 м. Разрабатывать такие месторождения традиционным шахтным способом не рентабельно с экономической стороны и не допустимо с экологической. На каждую тонну добытого ископаемого нужно будет добывать 4–5 т пустой межсланцевой породы, разместить в отвалах, которые в последствии будут выделять H_2S .

Специалисты ООО «Перелюбская горная компания» разработали технологию бесшахтной добычи твердых полезных ископаемых на месторождениях любой категории сложности с различной величиной запасов, включая мелкие и мельчайшие, геологический разрез которых, представлен тонкими и очень тонкими продуктивными пластами. Разработки защищены патентами на изобретение и полезную модель РФ [4].

Экологические ограничения препятствуют применению сланцев Поволжья в качестве топлива при их сжигании в традиционных шахтно-мельничных топках или пылеугольном факеле. Однако разработанные СПГУ новые топки позволяют осуществить этот процесс, так как при сжигании в них волжского сланца содержание сернистого ангидрида в дымовых газах не превышает санитарно допустимых норм.

Есть еще одно важное и интересное направление использования сланцев Поволжья – получение ценных сераорганических соединений. С 30-х гг. в г. Сызрани работает сланце-перерабатывающий завод, использующий в своей технологии высоксернистые сланцы. Сегодня этот завод в Сызрани – единственный в России производитель ценных лекарственных средств природного происхождения – ихтиола и натрия – ихтиола [3].

В настоящее время тиофеновый концентрат дефицитен. Он производится ограниченным числом фирм: США, Великобритания, Нидерланды и в некоторых азиатских государствах. Наиболее крупный производитель – Соединенные Штаты. По приблизительной оценке, общий объем мирового производства тоннажного тиофенового концентрата составляет в настоящее время около 10–12 тыс. т в год, а потребность в нем вдвое выше. Средний уровень мировых цен на этот продукт составляет 6–10 долл. за 1 кг. Реактивный тиофен (98–99 % чистоты) производит значительно большее количество фирм. В основном это фармацевтические компании, производители реактивов, диагностических биопрепаратов и т. п. (США, Германия, Великобритания, Нидерланды, Франция, Италия, Швейцария, Япония, Республика Корея, Индия и др.).

Чистый тиофен и его производные являются малотоннажными продуктами. Объемы их производства могут варьироваться от десятков кг до нескольких тонн. Цены на тиофен у различных фирм от 60 до 100 долл. за 1 кг. Производные тиофена еще более дороги. В частности, тиофен-2-ацетонитрил может стоить более 1000 долл. за 1 кг.

Учитывая потребности рынка РФ и СНГ в тиофене (2000 т/год), выпуск этих соединений является коммерчески выгодным. Достаточно сказать, что Япония, Южная Корея,

Германия, Италия, Франция и др. импортируют от 100 до 500 т ежегодно тиофеновых соединений, в дополнение к производимым самими.

Запасы высокосернистых сланцев РФ способны удовлетворить практически все мировые потребности в тиофеновом сырье, тиофеновом концентрате, которые можно получать путем их пиролиза. В настоящее время промышленностью освоены далеко не все направления использования горючих сланцев. Перспективными направлениями являются получение композиционных материалов и сорбентов. В то же время следует учитывать сложные экологические проблемы, которые возникают при переработке горючих сланцев.

Бишофит. Ограниченный объем бишофитового рассола, потребляемого до настоящего времени в его естественном природном виде, полностью удовлетворяется действующими одиночными скважинами со сравнительно наибольшим прерывистым отбором сырья. Соответственно, вопросы технологии добычи бишофита в промышленных масштабах, при весьма несложном способе отбора его рассолов в этих скважинах, не являлись злободневными.

Наиболее эффективное использование бишофита – это его глубокая переработка с получением металлического магния, оксида магния и брома и, на базе этих производных, организация соответствующих предприятий по выпуску легких сплавов, широкого ассортимента бромпроизводных и т. п. Такое направление, полагают С.А.Свидзинский и Г.А. Московский [7] предопределяет безусловный экономический успех потенциальных производителей, так как современная выработка отмеченных продуктов из морской воды (Япония, Великобритания, США), озерных рассолов (США), рассолов Мертвого моря (Израиль, Иордания), сравнительно высокочрезвычайно затратна в связи с низким содержанием магния и брома во всех этих источниках сырья; производство же, основанное на переработке твердых полезных ископаемых, таких как магнезит, доломит, бурсит и т. п. (Китай, Россия), не способно обеспечивать окись магния высокой чистоты.

Наличие производственных структур (Волгоградский алюминиевый завод) и энергетических мощностей (Волжская ГЭС) позво-

лит сравнительно легко организовать производство металлического магния в Волгограде.

Таким образом возможности эффективного использования бишофита в народном хозяйстве исключительно широки, однако основное направление связывается с крупнотоннажным производством магния и брома. Годовая потребность России в бrome оценивается в 20–25 тыс. т, она удовлетворяется в основном за счет импорта из США и Израиля.

Наибольшее применение для соединений на основе брома приходится на производство бромированных антипиренов, на которые приходится около половины от общего мирового потребления [2]. Бромированные соединения также могут быть добавлены в такие материалы, как пластмасса, без изменения ее свойств. В результате они могут использоваться во многих приложениях. Высокоэффективные бромированные антипирены используются во множестве материалов, включая текстиль, электронику, строительные материалы, пластмассы и пены. Их используют для пропитки тканей, изделий из древесины и пластмасс, производства негорючих красок [5]. В качестве антипиренов применяются, в основном, ароматические бромпроизводные: дибромстирол, тетрабромфталевоый ангидрид, декабромдифенилоксид, 2,4,6-трибромфенол и другие. Бромхлорметан используется в качестве наполнителя огнетушителей, предназначенных для тушения электропроводки.

Следует иметь в виду, что неконтролируемое выщелачивание солей сопряжено с существенными рисками нарушения устойчивости горного массива, что наблюдается на практике в ряде стран. Инженерно-геологическая составляющая проектов приобретает особое значение, особенно при больших отборах бишофита. В настоящее время отсутствует система контроля за разработкой существующих месторождений, что является ненормальным с учетом необходимости отбора значительного объема сырья в течение длительного времени. Проседание горного массива может привести к катастрофическим последствиям. Необходимо провести анализ разработки Городищенского и Светлоярского месторождений с учетом динамики выщелачивания солей и качества продукции. Высокоточное нивелирование поверхности должно

быть организовано на территории месторождений.

Сера. Проблема переработки высокосернистого газа усложняется наличием в газе высокой концентрации CO_2 , сероорганических соединений (меркаптаны, COS , CS_2 и т. д.), тяжелых углеводородов, что ставит серьезные научно-технические проблемы перед научно-исследовательскими, конструкторскими, проектными организациями газовой промышленности и смежных отраслей.

Эксплуатация АГКМ проходит в осложненных условиях, обусловленных низкой продуктивностью коллекторов, высокими депрессиями на пласт, повышенной коррозионной агрессивностью и токсичностью газа, гидратообразованием, выпадением конденсата в пласте, возможным сероотложением в пласте и коммуникациях.

Астраханский ГПЗ состоит из двух одинаковых очередей. Производительность каждой очереди составляет по газу сепарации – 6 млрд $\text{м}^3/\text{год}$, по нестабильному конденсату – 2,208 млн т/год, по сере – 2,25 млн т/год, по сере – 2,25 млн т/год.

Выполненный анализ способов разработки высокосернистых месторождений показал, что одним из таких способов является способ с обратной закачкой кислых компонентов природного газа в выработанные или изолированные пласты. При этом существенно снижается количество вредных выбросов в атмосферу, а также исключаются проблемы, связанные с хранением больших объемов серной продукции. Отбор конденсата с последующей закачкой сухого газа в пласт позволит обойтись без установок очистки и переработки газа на Центрально-Астраханском месторождении. Схема предложена в нашей работе [1] для Астраханского месторождения, но не была принята, так как комплекс был уже запроектирован, а сайклинг-процесс не прижился в России по ряду причин. Схема выгодна для Центрально-Астраханского месторождения, особенно на первом этапе освоения, когда не построены установки обессернивания. Схема позволяет осуществить в благоприятном экологическом режиме освоения скважин и начать опытную разработку месторождения.

Основные трудности связаны с наличием компрессорного оборудования для работы

в агрессивной газовой среде. Для оценки схемы необходимо также проработать мировой опыт применения сайклинг-процесса.

Использование криогенных технологий для извлечения H_2S с последующим транспортом его в жидком виде. Схема полностью инновационная и ее реализация зависит как от оформления процесса, так и от наличия потребителей жидкого сероводорода. В 70-х гг. в США была предпринята попытка производства и продажи жидкого сероводорода в промышленном масштабе. Предприятие функционировало несколько лет. По всей видимости, технология не получила распространения.

В настоящее время возможности такого производства значительно расширяются в связи с развитием криогенных технологий, а также с развитием транспорта сжиженного природного газа в качестве приоритетного направления.

На Астраханском газоперерабатывающем заводе сероводород перерабатывается с целью получения элементарной серы по методу Клауса. Однако этот процесс не ограничивает возможности использования H_2S , который является ценным сырьем для синтеза разнообразных серосодержащих соединений. К ним относятся: тиопираны, тиопирилевые соли, тиофен, тиофенолы, тиокрезолы, алкантиолы, широко применяемые в медицине, парфюмерии, биохимии, фотохимии, и химии красителей, в качестве регуляторов и стабилизаторов реакций полимеризации в пищевой промышленности, в производстве пестицидов и гербицидов. Многообразие продуктов органического синтеза с участием H_2S и их большая роль в различных отраслях промышленности подчеркивают актуальность проблемы изучения механизма реакций, в которых H_2S выступает в роли основного реагента.

Особое внимание следует обратить на процессы разложения сероводорода с получением серы и водорода. К ним относятся плазменная диссоциация H_2S и электролиз растворов сероводорода. Технологическое оформление этих процессов позволило бы решить проблемы освоения месторождений сернистых газов на другом уровне и создало бы базу для крупнотоннажного производства водорода.

Заключение

Развитие производительных сил Нижнего Поволжья требует целенаправленных исследований наиболее значимых природных ресурсов региона с точки зрения условий залегания, величины запасов и их распределения, условий разработки и проблем освоения. Для решения этих проблем необходимо оценить возможность использования современных технологий для их освоения, провести предпроектный анализ рисков и оценить целесообразность, характер и степень участия предприятий региона в освоении месторождений.

В настоящее время в Нижневолжском регионе активно осваивается только Астраханское газосерооконденсатное месторождение с добычей элементной серы, которая затем используется для производства серной кислоты и, далее, для производства фосфорных удобрений на территории региона.

Освоение месторождений горючих сланцев, ограничивается, в лучшем случае, обсуждением перспектив использования, при полном отсутствии интереса у потенциальных инвесторов. Опыт Эстонии показывает, что сланцеперерабатывающая промышленность может стать важным компонентом экономического развития территории при грамотном техническом и организационном подходе.

Создание Волгоградского бром-магниевого кластера пока находится в зачаточном состоянии, хотя он может стать толчком для развития многих высокотехнологичных отраслей страны. Производство металлического магния необходимо для развития автомобильной и авиационной промышленности, а производство брома для приготовления высококачественных пластмасс. При благоприятных результатах технико-экономического анализа создания Волгоградского бром-магниевого кластера он может получить статус Национального Проекта с соответствующими экономическими преференциями для региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, Л. А. Геология, разведка и разработка залежей сернистых газов / Л. А. Анисимов, А. Г. Потапов. – М. : Недра, 1983. – 197 с.

2. Анисимов, Л. А. Волгоградский бром-магниевый кластер / Л. А. Анисимов // Недр Поволжья и Прикаспия. – 2021. – Вып. 103. – С. 4–10.

3. Блохин, А. И. Пора заняться горючими сланцами / А. И. Блохин, Г. П. Стельмах, М. С. Петров // ТЭК. – 2002. – № 2. – С. 43–46.

4. Илясов, В. Н. Вовлечение в хозяйственную деятельность потенциала Волжского сланцевого бассейна как альтернатива жидким и газообразным углеводородам на базе новой технологии добычи / В. Н. Илясов // Природные битумы и тяжелые нефти. – СПб. : Недра, 2006. – С. 479–481.

5. Каширский, В. Г. Горючие сланцы Поволжья и их значение для экономики Саратовской области / В. Г. Каширский, А. А. Коваль. – Саратов : Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2002. – 53 с.

6. Кларк, Д. Перспективы использования ядерной энергии для переработки горючих сланцев / Д. Кларк // Oil&Gas Journal Russia. – 2006. – № 11. – С. 107–110.

7. Свидзинский, С. А. Поволжский бишофитоносный бассейн. Строение, условия образования, геолого-промышленная оценка / С. А. Свидзинский, Г. А. Московский. – Саратов : Науч. кн., 2004. – 104 с.

REFERENCES

1. Anisimov L.A., Potapov A.G. *Geologiya, razvedka i razrabotka zalezhey sernistykh gazov* [Geology, Exploration and Development of Sulfur Gas Deposits]. Moscow, Nedra Publ., 1983. 197 p.

2. Anisimov L.A. *Volgogradskiy brom-magnievyy klaster* [Volgograd Bromine-Magnesium Cluster]. *Nedra Povolzhya i Prikaspiya* [The Geology of the Volga Region and the Caspian Sea], 2021, iss. 103, pp. 4-10.

3. Blokhin A.I., Stelmakh G.P., Petrov M.S. *Pora zanyatsya goryuchimi slantsami* [It's Time to Deal With Oil Shales]. *TEK* [Fuel and Energy Complex], 2002, no. 2, pp. 43-46.

4. Ilyasov V.N. *Vovlechenie v khozyaystvennyuyu deyatel'nost' potentsiala Volzhskogo slantseвого basseyna kak alternativa zhidkim i gazoobraznym uglevodorodam na baze novoy tekhnologii dobychi* [Involvement in Economic Activity of the Potential of the Volga Oil Shale Basin as an Alternative to Liquid and Gaseous Hydrocarbons Based on a New Production Technology]. *Prirodnye bitумы i tyazhelye nef'ti* [Natural Bitumen and Heavy Oil]. Saint Petersburg, Nedra Publ., 2006, pp. 479-481.

5. Kashirskiy V.G., Koval A.A. *Goryuchie slantsy Povolzh'ya i ikh znachenie dlya ekonomiki Saratovskoy oblasti* [Combustible Shales of the Volga Region and Their Significance for the Economy of the

Saratov Region]. Saratov, Izd-vo Sarat. gos. tekhn. un-ta, 2002. 53 p.

6. Clark D. Perspektivy ispolzovaniya yadernoy energii dlya pererabotki goryuchikh slantsev [Prospects for the Use of Nuclear Energy for the Processing of Oil Shale]. *Oil&Gas Journal Russia*, 2006, no. 11, pp. 107-110.

7. Svidzinsky S.A. Moskovsky G.A. *Povolzhskiy bishofitonosnyy basseyn. Stroenie, usloviya obrazovaniya, geologo-promyshlennaya otsenka* [Volga Bischofite-Bearing Basin. Structure, Conditions of Formation, Geological and Industrial Assessment]. Saratov, Nauch. kn. Publ., 2004. 104 p.

Information About the Author

Leonid A. Anisimov, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, anisimov@volsu.ru

Информация об авторе

Леонид Алексеевич Анисимов, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, anisimov@volsu.ru