

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

*На правах рукописи*



**Илясов Валерий Сергеевич**

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ  
ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ**

*Специальность: 25.00.06 — «Литология»*

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва — 2020

**Работа выполнена** на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Научный руководитель: **Староверов Вячеслав Николаевич** – доктор геолого-минералогических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Савко Аркадий Дмитриевич** – доктор геолого-минералогических наук, профессор, ВГУ, заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии

**Рогов Михаил Алексеевич** – доктор геолого-минералогических наук, Геологический институт Российской академии наук, ведущий научный сотрудник

**Вилесов Александр Петрович** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ООО «Газпромнефть Научно-Технический Центр», эксперт по седиментологии карбонатных резервуаров

Защита диссертации состоится «18» декабря 2020 года в 16 час. 30 мин. на заседании диссертационного совета МГУ.04.06 Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по адресу: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, ауд. А-608.

E-mail: poludetkinaelena@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27). Со сведениями о регистрации участия в защите в удаленном интерактивном режиме и с диссертацией в электронном виде также можно ознакомиться на сайте ИАС «ИСТИНА»:

<https://istina.msu.ru/dissertations/330992016/>

Автореферат разослан «\_\_» ноября 2020 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета МГУ.04.06  
кандидат геолого-минералогических наук

Е.Н. Полудеткина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования** обусловлена необходимостью ввода в разработку новых месторождений УВ с целью восполнения ресурсной базы Российской Федерации. Работа нацелена на решение как научных, так и практических проблем — описать влияние условий формирования горючих сланцев на их качество и объем с целью последующего прогнозирования и выделения наиболее перспективных участков для разработки месторождений горючих сланцев Саратовского Поволжья.

**Степень разработанности темы исследования.** При написании данной работы автор опирался на труды таких ученых, как: Н.М. Страхов., Т.Ф. Букина., З.А. Яночкина., Г.В. Кулёва., Ю.О. Гаврилов., Е.В. Щепетова., С.О. Зорина., Д.А. Бушнёв., Я.Э. Юдович., М.А. Рогов. Коллективом авторов во главе с Г.В. Кулёвой был подготовлен отчет с детальным описанием основных разрезов Волжской сланценосной толщи. В работах Ю.О. Гаврилова подробно освещена тема формирования Волжской сланценосной толщи для северных и центральных районов Русской плиты. В монографии Т.Ф. Букиной рассмотрен седиментогенез и литогенез Волжских горючих сланцев.

Однако, несмотря на длительную историю изучения верхнеюрских горючих сланцев, многие вопросы влияния условий формирования на качество горючих сланцев остались неосвещенными.

**Объектом исследования** являются верхнеюрские горючие сланцы зоны Dorsoplanites Panderi, приуроченные к месторождениям горючих сланцев Саратовского Поволжья.

**Цель и задачи исследования.** Основная цель работы — определить влияние условий формирования верхнеюрских горючих сланцев Волжского бассейна на их качество и выделить перспективные объекты для последующей разработки на месторождениях Саратовского Поволжья. В соответствии с этой целью были определены следующие задачи:

1. Построение корреляционных схем шести месторождений горючих сланцев Саратовского Поволжья;
2. Выделение и характеристика литотипов зоны Dorsoplanites panderi на основе анализа кернового материала и по данным шлифов;
3. Выделение циклитов разного ранга (мезоциклитов, элементарных циклитов и микроциклитов) для разрезов шести изученных месторождений горючих сланцев с их последующей корреляцией. Разделение на рециклиты и проциклиты, а также выявление наиболее полных циклитов и циклитов, подвергшихся частичному размыву или осложненным перерывами в осадконакоплении (диастаны);
4. Изучение с помощью метода рентгеновской дифрактометрии образцов кернового материала скважины № 1038 Коцебинского, № 559 Перелюбского, а также дифрактограмм образцов, отобранных из шахт Кашпир-Хвалынского месторождения с целью выявления закономерности распределения глинистых минералов в сланценосной толще;
5. Исследования геохимических характеристик органического вещества горючих сланцев Перелюбского, Коцебинского и Кашпир-Хвалынского месторождений пиролитическим методом на установке Rock Eval 6;
6. Геохимический анализ минеральной составляющей на предмет высоких концентраций рения;

7. Анализ и применение основных моделей формирования горючих сланцев на исследуемом объекте с целью реконструкции условий формирования высококачественных разностей горючих сланцев;

8. Определение и анализ основных параметров, определяющих качество и объем сланценовой толщи;

9. Построение продуктивной модели Коцебинского месторождения на основе данных 50 скважин в 2D- и 3D-форматах;

10. Выявление зависимостей технологических параметров горючих сланцев от особенностей литологического состава.

### **Научная новизна.**

1. В результате изучения строения сланценовой толщи были выделены 11 литотипов рассматриваемых месторождений, среди которых 3 относятся к горючим сланцам. Построены корреляционные схемы месторождений широтного и меридионального простирания. Уточнено геологическое строение Озинковского месторождения, выделен седьмой продуктивный пласт и нижний сланценовый горизонт, а также прослежены закономерности изменения рассматриваемых литотипов в пространстве.

2. Определен минеральный состав глинистых пород верхнеюрской сланценовой толщи на Коцебинском месторождении. Он характеризуется смектит-хлорит-иллитовой ассоциацией, периодически выделяется каолинит. В разрезе Коцебинского месторождения среди смектитов установлены разности с Na и Na-Ca катионным комплексом.

3. Изучены условия формирования сланценовой толщи и основных литотипов горючих сланцев Волжского бассейна с помощью анализа и применения моделей продуктивности и модели развития аноксических условий. Установлено, что формирование сланценовой толщи происходило в два этапа. На первом этапе сланценакопление происходило в узких впадинах меридионального простирания на Озинковском и Перелюбском месторождении. На втором этапе в результате выравнивания палеорельфа сланценового ложа развитие сланценовой толщи происходило на всей территории исследования. Доказано, что периодам формирования наиболее высококачественных продуктивных пластов отвечают следующие условия: высокая биопродуктивность бассейна, низкое поступление терригенного материала, высокая степень fossilization органического вещества (ОВ).

4. Впервые основные продуктивные пласты горючих сланцев Коцебинского, Перелюбского и Кашпир-Хвалынского месторождений были исследованы на установке Rock Eval 6 и методом Bulk Rock. Установлено, что верхнеюрские горючие сланцы обладают высоким нефтематеринским потенциалом.

5. На основе полученных ранее данных о высокой концентрации рения (результаты испытания ВНИИХТ, протокол № 836 5 1/14) в пласте № 1 (до 1 г/т) для Перелюбского и Коцебинского месторождений были выделены перспективные объекты на рений.

6. Установлены основные параметры, определяющие качество и объем сланценовой толщи Волжского бассейна, а также выявлены информационные показатели, характеризующие качество горючих сланцев.

7. Построены серии карт основных геологических и технологических параметров продуктивных пластов Коцебинского месторождения. Для Коцебинского

месторождения выделены наиболее высококачественные пласты горючих сланцев с наиболее высоким содержанием органического вещества - № 1, 3(2).

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные данные в дальнейшем могут быть использованы при проведении поисково-оценочных работ как в пределах Волжского бассейна, так и в других бассейнах горючих сланцев со схожими условиями формирования. Полученные и интерпретированные на установке Rock Eval 6 и методом Bulk Rock данные позволили подтвердить промышленную ценность горючих сланцев (выход жидких углеводородов, содержание органического вещества, водородный индекс). Данные о содержании молибдена позволили выделить предполагаемые пласты горючих сланцев, обогащенных рением. Построенные серии карт позволят более детально и эффективно разработать проект пробной эксплуатации Коцебинского месторождения. Разработаны практические рекомендации по проведению анализа качества горючих сланцев на камеральном и лабораторном этапах.

**Методология и методы исследования.** При изучении Волжской сланценовой толщи был использован комплекс методов: макроописания керна и разрезов, дифрактометрический, пиролитический, электронно-микроскопический, а также изучение минералого-петрографического состава пород в шлифах. Материалы для диссертации были собраны автором в 2010 – 2017 годах. В полевой этап изучался и опробовался керн скважин, пробуренных при проведении поисково-оценочных и разведочных работ. Шлифы основных литотипов и продуктивных пластов сланценовой толщи были детально исследованы и изучены. Керновый материал был изучен пиролитическим и дифрактометрическим методом.

При рассмотрении вопросов цикличности сланценовой толщи за основу были взяты исследования Ю.Н. Карагодина, при изучении органического вещества Волжских горючих сланцев автор обращался к работам А.И. Гинзбург., Т.Ф. Букиной и З.А. Яночкиной. При выделении типов органического вещества, а также проведении интерпретации результатов пиролитического анализа были использованы методики Б. Тиссо и Д. Вельте. Работы Ю.О. Гаврилова, С.В. Льюрова и Е.В. Щепетовой позволили применить модель продуктивности к Волжской сланценовой толщ. Для построения модели Коцебинского месторождения использовалось следующее программное обеспечение: Surfer, Petrel.

В результате изучения каменного материала и на основании описания скважин выделялись основные литотипы Волжской сланценовой толщи, а также определено влияние условий формирования на качество основных продуктивных пластов горючих сланцев.

#### **Защищаемые положения:**

1. Для верхнеюрской сланценовой толщи Волжского бассейна (территория Саратовского Поволжья) выделены 11 литотипов, среди которых 3 относятся к горючим сланцам: «Горючий сланец известковистый» - содержание ОВ 5 – 30 %, минеральной составляющей 70 – 85 %, содержание  $\text{CaCO}_3$  – 5 – 15 %; «Горючий сланец известковый» - содержание ОВ 30 – 45 %, минеральной составляющей 55 – 70 %, содержание  $\text{CaCO}_3$  – 30 – 40 %; «Горючий сланец с наиболее высоким содержанием ОВ» - содержание ОВ 45 – 80 %, минеральной составляющей 20 – 55 %, содержание  $\text{CaCO}_3$  – 15 – 30 %. Минеральный состав глинистых пород верхнеюрской сланценовой толщи характеризуется смектит-хлорит-иллитовой ассоциацией, периодически выделяется каолинит. В разрезе Коцебинского месторождения среди смектитов установлены различия с Na- и Na-Ca катионным комплексом.

2. Установлено, что формирование сланценосной толщи протекало в два этапа. На первом этапе сланценакопление происходило в узких впадинах меридионального простирания на Озинковском и Перелюбском месторождении. На втором этапе в результате выравнивания палеорельфа сланценосного ложа развитие сланценосной толщи происходило на всей территории исследования. Доказано, что периодам формирования высококачественных продуктивных пластов с наиболее высоким содержанием ОВ отвечают следующие условия: высокая биопродуктивность бассейна, низкое поступление терригенного материала, высокая степень фоссилизации органического вещества.

3. По результатам детального литологического, геохимического и технологического анализа, для Коцебинского месторождения выделены наиболее высококачественные пласты горючих сланцев с высоким содержанием ОВ.

**Степень достоверности результатов исследования** определяется значительными объемами использованной фондовой литературы, изученного кернового материала и выполненных аналитических работ.

В диссертационной работе были использованы следующие материалы и данные:

1) керновый материал по скважине № 559 Перелюбского месторождения, № 133 Коцебинского месторождения, а также с шахты месторождения Кашпир-Хвалынской площади;

2) шлифы образцов по Перелюбскому (скважина № 559) и Коцебинскому (скважина № 133, 1038) месторождениям (всего 109 шлифов);

3) результаты пиролитического (установка Rock Eval 6) изучения образцов кернового материала (18 шт.) с Перелюбского (скважина № 559) и Коцебинского (скважина № 133) месторождений и Кашпир-Хвалынской площади;

4) данные о содержании основных микроэлементов в минеральной составляющей горючих сланцев Перелюбского и Коцебинского месторождений;

5) результаты дифрактометрического анализа кернового материала скважины № 1038 Коцебинского месторождения, скважины № 559 Перелюбского месторождения и шахты Кашпир-Хвалынского месторождения (96 образцов);

6) электронномикроскопическая съемка кернового материала горючих сланцев скважины № 559 Перелюбского месторождения и шахты Кашпир-Хвалынского месторождения (5 образцов, 18 снимков);

7) результаты опробования 50 скважин Коцебинского месторождения;

8) отчеты детальной и предварительной разведки по месторождениям: Орловское, Савельевское, Озинковское, Кашпир-Хвалынская площадь, Перелюбское, Коцебинское;

9) геологические карты и профили вышеуказанных месторождений.

Работа с отчетами выполнялась в геологических фондах АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики». Описание шлифов производилось с использованием микроскопа AxioLab A1 POL, для фотографирования шлифов применялась камера Canon 650D. Рентгеновская съемка осуществлялась при помощи дифрактометра ДРОН-2 и ARLX TRA в лабораториях СГУ и ВГУ. Электронномикроскопическая съемка производилась в ВГУ электронным микроскопом Jco1 6380-LV. Использовался микрозонд JNCA-250. Пиролитический анализ образцов кернового материала производился на установке Rock Eval 6 в лаборатории нефтяной геохимии и гидрогеологии АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики».

**Публикация и апробация результатов исследования.** Результаты работы представлены на следующих конференциях и рабочих совещаниях:

Международная научно-практическая конференция «Инновации в разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений» (г. Казань, 2016 г.);

Всероссийская научно-практическая конференция «Геологическая наука» (г. Саратов, 2017 г.);

Рабочие совещания в г. Санкт-Петербурге (ПАО «Газпром Нефть») и в гг. Москве и Котово (АО «Ритэк», ПАО «ЛУКОЙЛ»);

XVIII Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов (г. Саратов, 2018 г.);

Ломоносов 2018, международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных (г. Москва 2018 г.).

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из которых 3 в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 25.00.06.

**Личный вклад автора.** Автором выполнен комплекс литологических исследований верхнеюрских горючих сланцев Волжского бассейна. Были проведены исследования как на макроуровне (описание керна), так и на микроуровне (анализ шлифов, дифрактограмм, проведение пиролитических исследований, изучение вещества при помощи электронного микроскопа) и выделены 11 литотипов, 3 из которых относятся к горючим сланцам. Детально изучены разрезы шести месторождений верхнеюрских горючих сланцев Волжского бассейна, построены корреляционные схемы широтного и меридионального простирания, выделена цикличность для каждого из шести месторождений. К процессам формирования горючих сланцев в Волжском бассейне автором применены основные модели — модель продуктивности и модель развития аноксических условий, в результате чего были уточнены условия формирования Волжской сланценосной толщи. Впервые выделены смектиты с Na- и Na-Ca катионным комплексом. Выделены перспективные объекты на рений. На примере месторождений Саратовского Поволжья были выделены основные параметры, определяющие качество горючих сланцев и их объем и позволяющие прогнозировать технологические характеристики сырья до проведения специальных испытаний. Это позволило выявить на Коцебинском месторождении наиболее перспективные объекты для дальнейшей разработки — пласты № 1, 3(2).

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, шести глав и заключения. Общий объем составляет 237 страниц. Библиографический список включает 152 наименования, в том числе 25 на английском языке.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность научным руководителям к. г.-м. н. Тамаре Филипповне Букиной и профессору д. г.-м. н. Вячеславу Николаевичу Староверову за оказание неоценимой помощи при написании диссертационной работы. Автор благодарен генеральному директору ООО «Перелюбская горная компания» В. Н. Илясову за практические советы и помощь в работе. Особо признателен главному геологу ООО «НьюТек Сервисез» П. А. Вахрамееву за помощь в создании графического материала, а также за конструктивный критический анализ текстовой части диссертационной работы. Кроме того, автор выражает отдельную благодарность Екатерине Воробьевой и Елене Глуховой за проведение анализов горючих сланцев на установке Rock Eval 6, Олегу Андрушкевичу и Дмитрию Шелепову за изготовление и помощь в описании шлифов, Дмитрию Лопатинскому за графическое построение 3D-модели пластов Коцебинского месторождения, Михаилу Решетникову за оказание помощи в процессе работы

и Светлане Борисовне Ромаденкиной за консультацию по вопросам химии твердых горючих ископаемых. Диссертационная работа была написана при поддержке компании ООО «НьюТек Сервисез», за что автор выражает огромную благодарность.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** изложена актуальность исследования, приведена цель и задачи работы, вытекающие из научных проблем. Сформулированы три защищаемых положения, научная новизна и практическая значимость проведенного исследования. Приведены сведения о фактическом материале, личном вкладе автора, апробации работы, публикациях и структуре диссертации.

**В первой** главе освещается история изученности верхнеюрских сланценовых отложений зоны *Dorsoplanites panderi*. Она включает в себя два крупных направления – геологоразведочные работы и научно-исследовательские работы. В процессе геологоразведочных работ в Саратовской области были открыты крупные месторождения горючих сланцев: Кашпир-Хвалынская площадь, Орловское, Озинковское, Савельевское, Перелюбское и Коцебинское (Рисунок 1). Основной этап работ по изучению месторождений горючих сланцев приходится на 1978 – 1987 г. в рамках программы ОЦ-008. Работы были выполнены ПГО «Нижеволжскгеология» под руководством Самородова А.В.

Научно-исследовательские работы по горючим сланцам начинаются с 1925 года. Рядом специалистов (Кассин Н.Г., Розанов А.Н., Залесский М.Д. и др.) были выдвинуты первые предположения о генезисе горючих сланцев – участие морской органики с незначительным содержанием компонентов пресноводного и наземного происхождения. В 1934 году была опубликована крупная работа Страхова Н.М. «Горючие сланцы зоны *Perisphinctes panderi d'Orb*», в которой были обобщены результаты многолетних исследований верхнеюрских горючих сланцев. Крупными специалистами в области изучения верхнеюрских горючих сланцев считаются Букина Т.Ф., Кулева Г.В., Яночкина З.А., Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Зорина С.О., Рогов М.А., изучающие стратиграфию, седиментогенез и литогенез верхнеюрских горючих сланцев.

В настоящий момент наиболее важным является определение влияния условий формирования волжских горючих сланцев на качество и объем продуктивной толщи.

**Во второй** главе рассматривается стратиграфия, тектоническое строение и сланценоность верхнеюрских отложений Волжского бассейна. Верхнеюрские отложения приурочены к зоне *Dorsoplanites panderi*. Сланценосная толща представлена переслаиванием глинисто-карбонатных отложений с пластами горючих сланцев. Волжский сланценосный бассейн расположен в пределах Волго-Уральской антеклизы и прибортовой зоны Прикаспийской синеклизы на юго-востоке Восточно-Европейской платформы. Бассейн приурочен к нескольким крупным структурным элементам: Бузулукской впадины, Иргизского прогиба, Жигулевско-Пугачевского свода, Ершовского выступа. Большая часть месторождений горючих сланцев Саратовского Поволжья представлена эрозионными останцами, и только на Кашпир-Хвалынском месторождении отсутствуют признаки эрозии сланценосной толщи. Сланценосные отложения приурочены к палеопротоливу, который образовался в результате соединения Арктического и Южного моря, однако в дальнейшем в результате развития акчагыльской гидрографической сети отмечается резкое сокращение или полное выклинивание продуктивной сланценосной толщи .

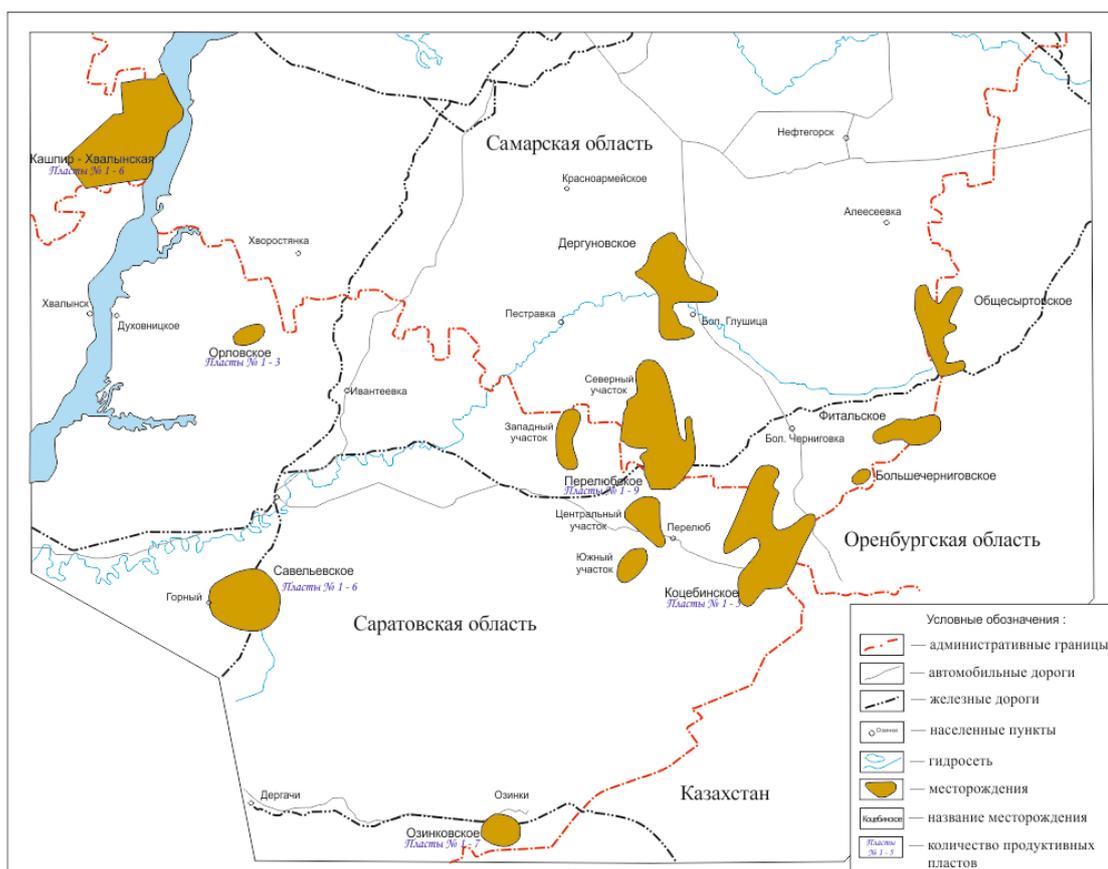


Рисунок 1 – Обзорная схема месторождений горючих сланцев Волжского сланценосного бассейна. По материалам Самодорова А. В.

В третьей главе характеризуется литология сланценосной толщи, определена закономерность распределения глинистых минералов, выделена цикличность зоны *Dorsoplanites panderi* и рассмотрены условия формирования сланценосной толщи путем анализа и применения модели продуктивности и модель развития аноксических событий к рассматриваемому объекту.

Под **горючими сланцами** понимается осадочная порода, обладающая способностью гореть или накаливаться в пламени спички, издавая резкий запах жженой резины. Порода эта, в разной мере глинистая, известковая, состоит обычно на 15 – 80 % из органического вещества – керогена и на 20 – 85 % из минеральной части (иллит, смектит, хлорит, кварц, и.т.д).

В результате обобщения опубликованных данных и авторских исследований в составе рассматриваемой толщи выделено **11** литотипов (Рисунок 2), среди которых три литотипа относятся к горючим сланцам: 1) горючие сланцы известковистые; 2) горючие сланцы известковые; 3) горючие сланцы с наиболее высоким содержанием ОВ. Макро-описание пород дополнялось изучением шлифов и проведением электронной микроскопии для горючих сланцев (таблица № 1).

В основу типизации литотипов легли следующие показатели: структурные характеристики породы, содержание ОВ и минеральной составляющей, а также содержание  $\text{CaCO}_3$ . Среди горючих сланцев наиболее высококачественными разностями является литотип № 10 – «горючие сланцы с наиболее высоким содержание ОВ».

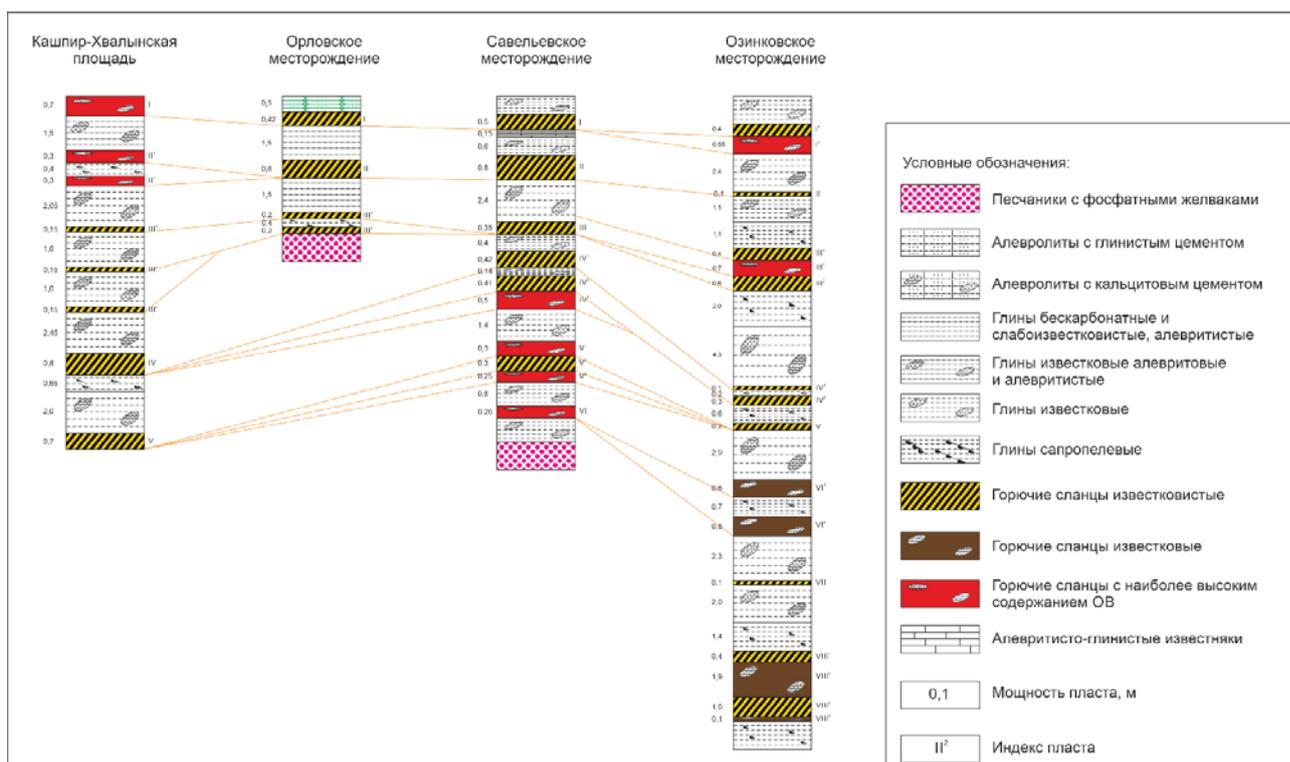


Рисунок 2 – Меридиональная корреляционная схема месторождений горючих сланцев Саратовского Поволжья. Составил Илясов В.С.

Таблица 1 — Типизация литотипов

№ литотипа	Наименование литотипа	Содержание ОВ (%)	Содержание минеральной составляющей(%)	С а С
	Песчаники с фосфатными желваками	0 – 1	99 – 100	< 15
2	Алевролиты с глинистым цементом		97 – 98	
3	Алевролиты с кальцитовым цементом	0 – 1	99 – 100	
	Глины бескарбонатные и слабоизвестковистые, алевролитистые	0 – 3		0 - 15
5	Глины известковистые алевролитистые и алевроитовые	0 – 3		15 - 25
6	Глины известковые	0 – 3	97 – 100	> 25
7	Глины сапропелевые			
8	Горючие сланцы известковистые	5 – 30		
9	Горючие сланцы известковые	30 – 45		
10	Горючие сланцы с наиболее высоким содержанием ОВ	45 – 80		
	Алевролитисто-глинистые известняки		99 – 100	

Данный литотип выделяется на Коцебинском, Перелюбском и Озинковском месторождениях. Литотип № 9 «горючие сланцы известковые» уступает по качеству литотипу № 10, однако так же является перспективным объектом, он выделяется на всех месторождениях кроме Орловского. Литотип № 8 – «горючие сланцы известковистые» является самым распространенным среди литотипов горючих сланцев и выделяется на всех шести месторождениях.

*Закономерности распределения глинистых минералов.* Изучение разреза волжской сланценосной толщи на Коцебинском месторождении при помощи дифрактометрического анализа (Рисунок 3) показало, что минеральный состав пелитовой фракции подвержен существенным изменениям.

В составе глинистых минералов почти постоянно доминирует иллит, большую роль играют смектиты и хлорит, эпизодически проявляется каолинит. В основании разреза выделяется зона, охватывающая нижнюю часть продуктивной толщи (ниже пятого продуктивного пласта), для которой характерна доминирующая роль смектитов, вплоть до полного их преобладания в составе фракции ( $<0,001$  мм). В отдельных образцах содержание смектитов снижается до 40–50 % за счет возрастающих концентраций хлорита или иллита, также спорадически развит каолинит. Предполагается, что рассматриваемая часть разреза сопоставляется со второй пачкой Перелюбского месторождения и Городища.

Еще одна зона с аномальным составом парагенезиса глинистых минералов в стратиграфическом отношении охватывает нижние фрагменты третьего продуктивного пласта и подстилающие известковистые глины с кокколитами общей мощностью 2,1 м. Для них характерна хлорит-иллитовая минеральная ассоциация, а отличительной особенностью является наличие прослоев, содержащих разновидности смектитов с Na- и Na-Ca катионным комплексом в качестве обменного катиона, которые ранее были не обнаружены в породах сланценосной толщи.

Основной диагностический рефлекс  $d_{001}$  для смектитов с Na катионным комплексом изменяется от 12,04 до 12,92 Å, для смектитов с Na-Ca-катионным комплексом диагностический рефлекс  $d_{001}$  изменяется от 12,92 до 13,94 Å. Примечательно, что в шлифах из вмещающих пород установлены реликты вулканического стекла, мелкие зерна кварца клиновидной формы и гейландита.

Описанная зона может быть сопоставлена с четвертым продуктивным пластом Перелюбского месторождения, а также третьей (и, возможно, нижней частью четвертой) пачкой разрезов Городище и Кайгородок в Сысольской впадине на севере Восточно-Европейской платформы. В составе минеральных ассоциаций этой пачки характерным признаком указана примесь клиноптилолита из группы цеолитов. По мнению Щепетовой Е. В., минеральные парагенезисы, обогащенные смектитами и включающие цеолиты, следует связывать с многочисленными остатками микрофауны с кремневым скелетом в отложениях сланценосной толщи. Другой вариант развития событий связан с поступлением пеплового материала из различных источников сноса, большая часть которого претерпела разного рода трансформации и перешла в Na-, Na-Ca-смектиты.

Таким образом, в отложениях волжской сланценосной толщи выделяется зона со своеобразным минеральным составом пелитовой фракции. Региональный характер распространения, наличие на Коцебинском месторождении минералов группы цеолитов и смектитов с Na-, Na-Ca катионом в составе, а также продуктов переработки вулканического стекла и пепловых частиц позволяют выдвинуть предположение об участии пирокластики в формировании аутигенных минералов рассматриваемой пачки.

В дальнейшем это позволит произвести детальную корреляцию внутри волжской сланценосной толщи.

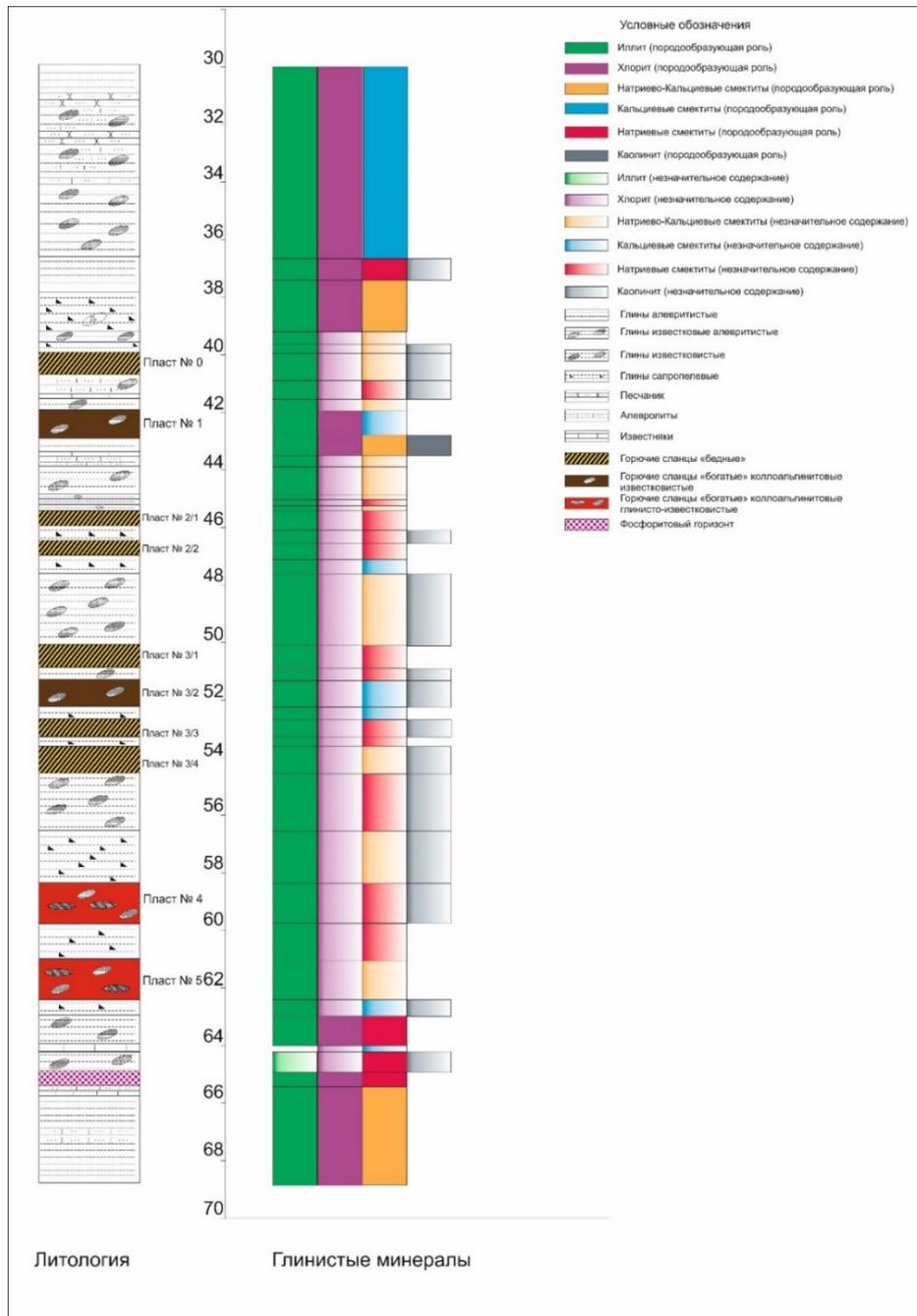


Рисунок 3 — Схема распределения глинистых минералов сланценосной толщи Коцебинского месторождения (скважина № 1038). Составил Илясов В.С.

#### *Модели формирования пластов горючих сланцев.*

На основании анализа разрезов шести месторождений, установлено что формирование горючих сланцев происходило в два этапа. На первом этапе сланценакопление происходило в узких впадинах меридионального простирания на Озинковском и Перелюбском месторождении. На центральном и северном участках Перелюбского месторождения, там где продуктивные отложения выполняют зоны понижения древнего рельефа, суммарная мощность сланценосных отложений составляет 80-100 м, а на остальной территории Перелюб-Благодатовской площади она колеблется от 40 до 55 м. Выделение

нижнего и среднего сланценосного горизонта, анализ глубин залегания, а также мощности продуктивной толщи Перелюбского и Озинковского месторождения, которые в два раза превышают мощности продуктивной толщи остальных изучаемых месторождений позволяют выделить отдельный этап сланценакопления для данных месторождений. Палеорельеф ложа сланценосной толщи характеризуется наличием крупных и относительно глубоких, до 50–60 м, впадин меридионального простирания в центральной части Перелюбского месторождения, которые в первую очередь заполнялись сланценосными отложениями и к которым приурочено образование седьмого, восьмого и девятого пластов горючих сланцев. Некоторое выравнивание палеорельефа ложа произошло во время образования седьмого пласта на Перелюбском месторождении.

Окончательное выравнивание палеорельефа ложа произошло на втором этапе и осуществлялось только ко времени начала отложений шестого и пятого пласта, образование которых получило площадное развитие и происходило уже на выровненной поверхности территории, включающей в себя Коцебинское и другие месторождения. Исключение является только Орловское месторождение, где отмечается минимальная мощность сланценосной толщи и выделяется только три продуктивных пласта.

Условия формирования пластов волжских горючих сланцев определяются двумя моделями — продуктивности и модель развития аноксических событий, каждая из них отвечает определенным седиментационным и диагенетическим условиям, отражающим процесс формирования горючих сланцев на разных этапах литогенеза.

1. Модель продуктивности. Основные элементы модели продуктивности описаны в работах Гаврилова Ю. О., Льюрова С. В., Савельева О.Л., Erba, Tremolada, Roth, Watkins. Между тем набор факторов, ответственных за накопление сланценосных отложений, может существенно различаться для разных районов обширного Средневожского бассейна в связи с влиянием местных седиментационных и других геологических особенностей. На основании данных предыдущих исследований и авторских наблюдений модель продуктивности может выглядеть следующим образом (Рисунок 4).

*Обильное поступление органического материала из фотической зоны на дно.* Согласно данным большинства исследователей, органическое вещество горючих сланцев является полигенным и формировалось за счет различных источников. В центральных и северных районах Волжской сланценосной провинции в нижнем и среднем горизонте доминирует органическое вещество, поступавшее с прилегающей суши. В сапропелевых и алевролитистых глинах Перелюбского и Коцебинского месторождений значительная часть органического вещества попадала в конечный водоем стока с прилегающей суши, оно представлено альгинитом и окисленным сапро-коллинитом.

*Количество автохтонного органического вещества морского генезиса,* которое содержится в сланцах. Значения водородного индекса (HI), определенного для пород Коцебинского и Перелюбского месторождений, в большинстве образцов (пласты 5–1) колеблются от 936 до 1089. Такие значения обычно характерны для керогена морского происхождения. В противовес этому образцы из продуктивной толщи Кашпирской площади отличаются более низкими показателями HI — от 632 до 1081, что может свидетельствовать о присутствии в них некоторого количества наземного растительного материала. Отсюда можно сделать вывод о более высоком качестве горючих сланцев Перелюбского и Коцебинского месторождений, приуроченных к восточной части бассейна.

*Массовое поступление с суши биофильных элементов и величина амплитуды эвстатических колебаний.* Данное явление подробно рассматривается в работах Алексева А.С., Гаврилова Ю. О., Щепетовой Е. В. и др. На территории Нижнего Поволжья начальный этап формирования сланценосной толщи происходил в относительно узком морском

бассейне типа пролива. Огромная площадь примыкающей низменной суши, простиравшейся до современного Предуралья, была занята озерно-болотными ландшафтами. Эти специфические палеогеографические условия обеспечивали вынос в конечный водоем стока значительного количества биофильных элементов, способствующих мощной вспышке биопродуктивности фитопланктона, кроме того, в терригенном сносе несомненно участвовало ОВ континентального генезиса. Рассматривая наш объект, можно с уверенностью сказать, что частые эвстатические колебания, а также массовое поступление с суши биофильных элементов (P, N, Fe и др.) оказали значительное влияние на рост биопродуктивности водоема. Также, выделение большого количества слоев разных литотипов внутри сланценовой толщи *Dorsoplanites panderi* (Рисунок 4), указывают на частые эвстатические колебания, которые сопровождали процесс формирования Волжского сланценового бассейна.

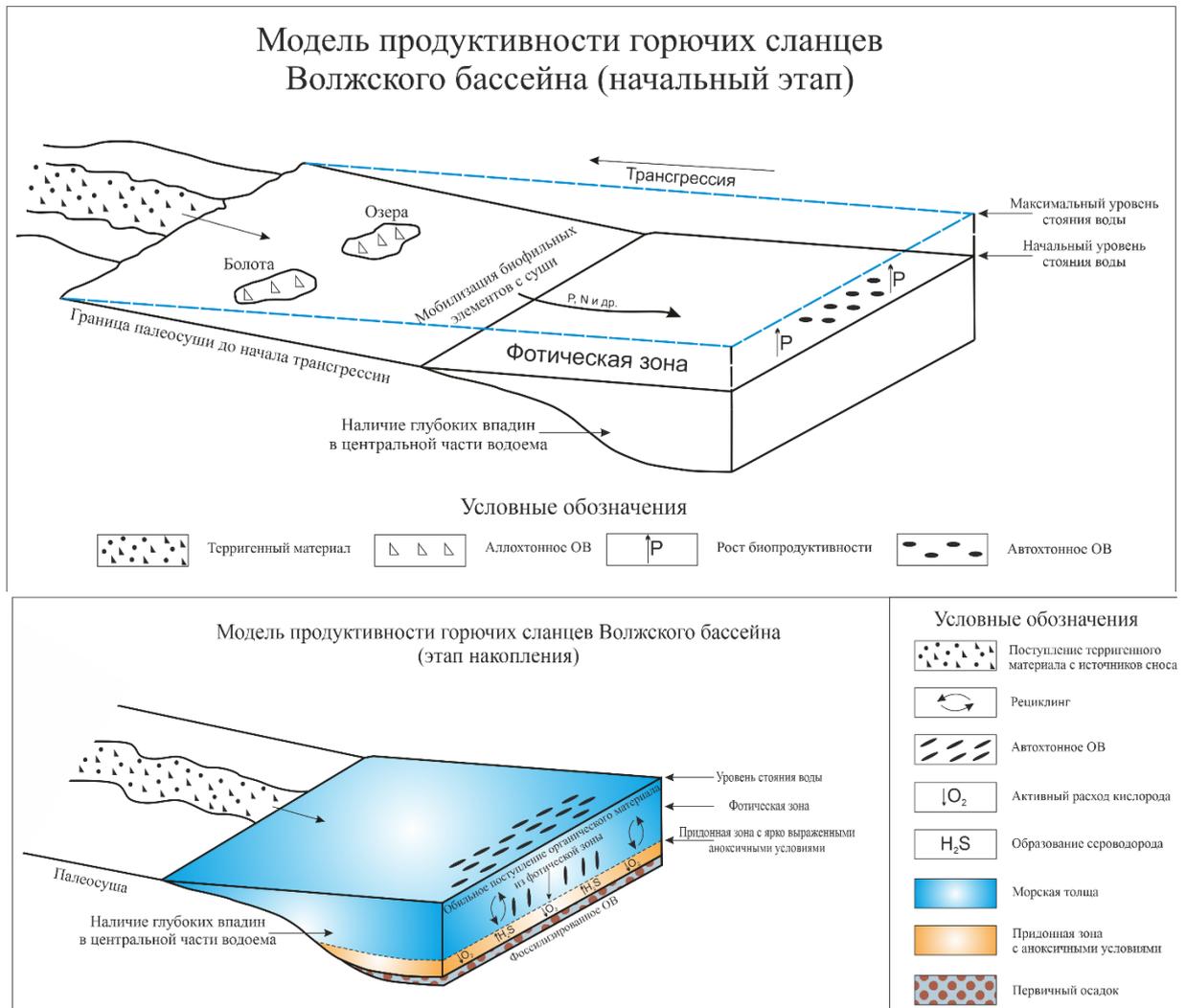


Рисунок 4 – Модель продуктивности горючих сланцев Волжского бассейна. Составил Илясов В. С. (по материалам Гаврилова Ю. О.)

*Рециклинг* — поддержка высокой биопродуктивности бассейна даже при ограниченном поступлении биофильных элементов с суши. Если на начальных стадиях трансгрессии основным поставщиком биофильных элементов в море выступали наземные прибрежные ландшафты, то с началом накопления обогащенного органическим веществом илов начинал работать рециклинг биофильных элементов непосредственно в бассейне

осадконакопления, то есть возвращение в результате активных диагенетических процессов из восстановленных осадков некоторых элементов и прежде всего фосфора.

*Объем поступления терригенного материала из источников сноса.* Колебание соотношения между поступлениями терригенной составляющей горючего сланца и морского планктоногенного органического вещества в КВС играют важную роль. Увеличение привноса терригенного материала влечет за собой уменьшение содержания органического вещества на единицу объема породы и снижение качества продуктивной толщи. В пластах горючих сланцев по сравнению с сапропелевыми глинами, объем секретационного бентоса превалирует над агглютинирующим, что указывает на сокращение поступления терригенного материала из источников сноса. В пластах с высоким содержанием ОВ (пласт № 1, 3(2) Коцебинское месторождение) двукратно уменьшается содержание основных породообразующих окислов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и обломочного кварца по сравнению с пластами горючих сланцев с невысоким содержанием ОВ (пласт № 2 Коцебинское месторождение). Рост зольности также тесно связан с поступлением терригенного материала, минимальные значения отмечаются в пластах № 1, 3(2), а максимальные в пласте № 2. Поэтому периодам формирования высококачественных пластов горючих сланцев с наиболее высоким содержанием ОВ отвечают условия, характеризующиеся снижением поступления терригенного материала с источников сноса.

На основании вышеизложенного нами были сделаны следующие выводы, касающиеся влияния продуктивности бассейна на формирование сланценовой толщи. По мере развития средневожского морского бассейна происходили качественные и количественные изменения в структуре органического вещества в пределах изучаемой территории. В период накопления сланценовой толщи отмечались высокие палеотемпературы, в сравнении с выше- и нижезалегающими породами. В первую половину периода формирования сланценовой толщи (пласты 9–6) доминировало органическое вещество, принесенное с прилегающей суши, а в дальнейшем (период накопления пластов 5–1) произошло резкое возрастание роли автохтонного органического вещества. Морской бассейн на рассматриваемой территории в начальный период формирования продуктивной зоны был очень узким, и осадконакопление происходило только в пределах Перелюбского и Озинковского месторождений (Рисунок 3), о чем свидетельствует локальный характер распространения пластов 9–6.

Близость суши в начале средневожского времени способствовала накоплению органического вещества растительного происхождения и связанных с ним биофильных элементов. Питательные вещества для фитопланктона, вероятно, поставлялись многочисленными речными системами. Поскольку в пластах горючих сланцев верхней части разреза подавляющее количество органического вещества относится к морскому типу, а континентальные его поставки осуществлялись в ограниченном объеме, основным механизмом накопления высокоуглеродистых осадков выступал рециклинг. Предполагается, что формирование продуктивной толщи происходило на фоне благоприятных событий, в первую очередь это вулканизм, способствующий накоплению в атмосфере повышенного количества  $\text{CO}_2$  и других парниковых газов. В пользу этого предположения свидетельствуют находки цеолитов, Na-сметитов и реликтов вулканического стекла в породах верхней юры и нижнего мела.

2. Модель развития аноксических событий. Даже при очень благоприятных предпосылках к накоплению осадков, обогащенных ОВ, не весь их объем мог перейти в ископаемое состояние, для этого необходимо было соблюдение условий сохранения накопившегося органического вещества от физико-химического разрушения. Сохранению ОВ способствовало развитие **аноксидных** условий в придонной части бассейна.

Первым и очень важным элементом в модели развития аноксических событий является *количество исходного органического вещества*, накопившегося в донных илах во время седиментации. Очевидно, что при прочих равных условиях чем выше биопродуктивность конечных водоемов стока, тем больше шансов для его сохранности. Данная модель отвечает за степень сохранности органического вещества в процессах накопления и диагенеза. В шлифах исследуемых образцов отмечается наличие сидерита и пирита — минералов, отвечающих восстановительным и резко восстановительным условиям. В основе модели развития аноксических условий лежат следующие факторы (Рисунок 5):

*Морфология бассейна.* Согласно предыдущим исследователям Волжский бассейн представлял собой проливиобразный водоем, который характеризовался затрудненной связью с мировым океаном. Доказано, что позднеюрская и раннемеловая эпохи были временем планетарных аноксических событий. Согласно литературным данным они соответствовали крупным климатическим эпизодам, в течение которых уровень  $\text{CO}_2$  в 3-5 раз превышал современные значения. Также в центральной части водоема отмечалось наличие глубоких впадин. В котловинных морях водообмен значительно затруднен по сравнению с плоскими водоемами, а значит, более вероятна стратификация водной толщи, что отчетливо наблюдается в строении Перелюбского месторождения.

*Объем fossilized OB* — это объем органического вещества, переходящий в ископаемое состояние и, как следствие, выпадающий из биологического круговорота. Чем выше скорость осадконакопления, тем быстрее илы перекрываются новыми порциями осадка и становятся защищенными от механического воздействия. По утверждениям Бушнева Д.А., неперемное условие для fossilization органического вещества — присутствие в придонных слоях высоких концентраций восстановленных форм S ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HS}^{n-}$ ). **Природная вулканизация** является одним из основных механизмов, приводящих к эффективному захоронению в осадке исходного органического вещества в суб-аквальных условиях.

*Степень сохранности органического вещества* морского генезиса зависит от периодического возникновения аноксидных условий, при которых прекращалось окисление органического вещества и весь исходный его объем участвовал в формировании высокоуглеродистых осадков. В процессе седиментации геохимическая обстановка многократно менялась: от резко восстановительной в периоды формирования углеродистых илов до слабо восстановительной во время накопления глинисто-карбонатных осадков. Максимальное ухудшение экологической обстановки в придонных слоях соответствовало заключительной фазе накопления углеродистых слоев — об этом свидетельствуют массовые неотсортированные скопления раковин макрофауны на поверхности углистых сланцев, в том числе и юных особей аммонитов.

*Гидродинамика бассейна.* Формирование аноксидных условий напрямую связано с гидродинамикой бассейна. В спокойной гидродинамической обстановке и при отсутствии подводных течений поступление кислорода в придонную часть затруднено, что приводит к формированию аноксидных условий, высокой степени fossilization и в дальнейшем к сохранности органического вещества. Эффективность влияния анаэробного диагенеза на сероводородное заражение и его дальнейшее воздействие на биоту, с одной стороны, зависит от активности диагенетических процессов, а с другой — подчиняется особенностям стратификации водной массы. Периоды с активной гидродинамикой, которые диагностируются по резкому возрастанию в породе рассеянного раковинного детрита и отсортированным по размерам обломков раковин, способствовали формированию условий, неблагоприятных для консервации органического вещества в исходных осадках.

*Стратификация водной толщи.* При наличии устойчивой стратификации водной толщи наблюдался уменьшенный обмен веществом и снижение движения, что приводило к уменьшению поступления кислорода с последующим развитием его дефицита и возникновению анакисических условий. Более выраженной стратификации водной толщи также способствовал котловинный тип строения морского бассейна, что четко видно на геологических разрезах субширотной ориентировки. Поэтому в качестве наиболее благоприятных условий возникновения дефицита  $O_2$  предполагается стратифицирование водной толщи в придонной части морских бассейнов с затрудненным водообменом.

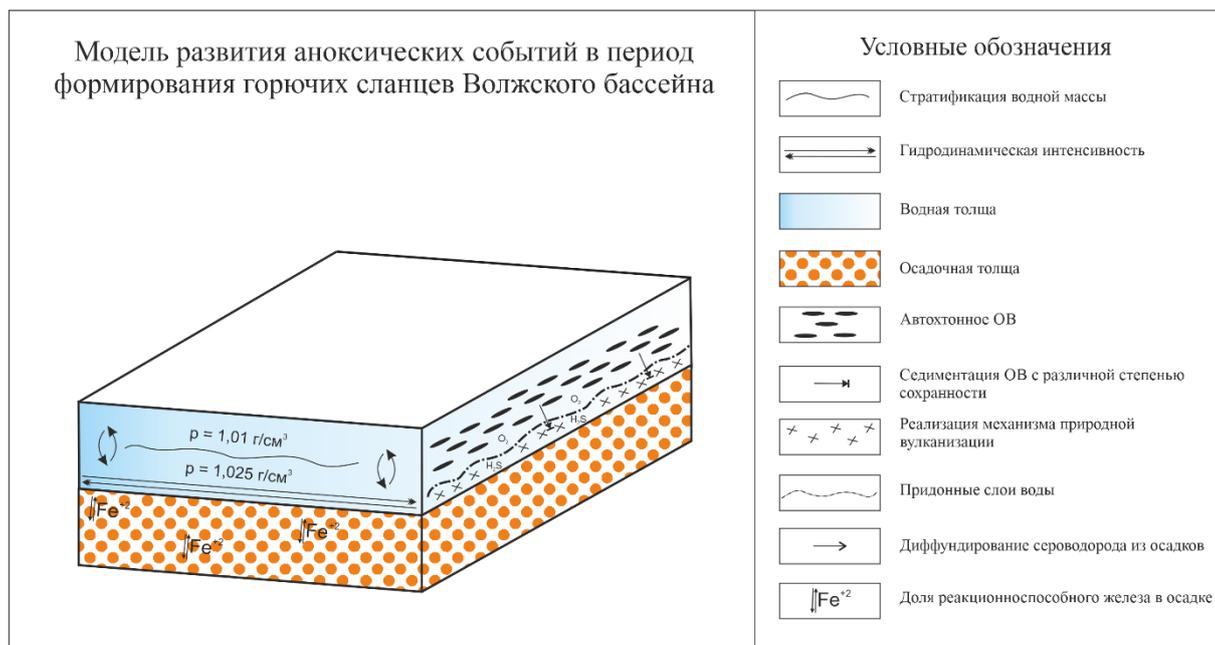


Рисунок 5 – Модель развития анакисических условий горючих сланцев Волжского бассейна. Составил Илясов В. С.

*Процессы сульфатредукции.* Формирование анакисических условий обязательно сопровождалось активным расходом кислорода на фоне обогащения придонных слоев воды значительными массами сероводорода. При обсуждении вопросов об источнике серы в донных осадках рассматриваются поступление сульфатов морской воды, а также, возможный, биологический источник. Основным процессом формирования сероводорода являлась сульфатредукция – бактериальный процесс, обусловленный высоким содержанием органики и наличием сульфатов в иловых водах. Основным зафиксированным продуктом этих реакций в Волжском бассейне, по данным дифрактометрического анализа, является пирит. Максимальные его концентрации приурочены к сланцам, но самые крупные выделения алевритовой размерности были встречены в сапропелевых глинах, где их количество достигает 10-11 % от массы алевро-псамитовых частиц.

Дополнительным индикатором развития анакисических условий являются отношение  $Mo/Mn$  и показатель  $DOP_R$  (степень пиритизации железа), они были подробно рассмотрены в работах В.Н. Холодова и Я.Э. Юдовича. Ввиду противоположного поведения  $Mo$  и  $Mn$  в эксинных водах (условия развития анакисии),  $Mo$  выводится в осадок, а  $Mn$  накапливается в воде, предложено различать разнофациальные отложения по «коэффициенту стагнации» - показателю  $Mo/Mn$ . При развитии анакисических условий в отложениях величина будет варьироваться в пределах 0,03 – 0,06, даже достигая 0,18. Показатель

$DOP_R$  вычисляется по формуле  $DOP_R = Fe_{pyr}/Fe_R$ , где  $Fe_R = Fe_{pyr} + Fe_{HCl}$ . Для субокисных, анокисчески и эпизодически эквскинных характерен следующий диапазон значений от 0,55 – 0,93 (Рисунок 6).

Анализируя полученные данные, можно с уверенностью сказать, что периодам формирования наиболее высококачественных продуктивных пластов с наиболее высоким содержанием ОВ отвечают анокисческие условия – диапазон значений молибден-марганцевого модуля 0,042 – 0,1.

Геохимические индикаторы развития анокисческих обстановок

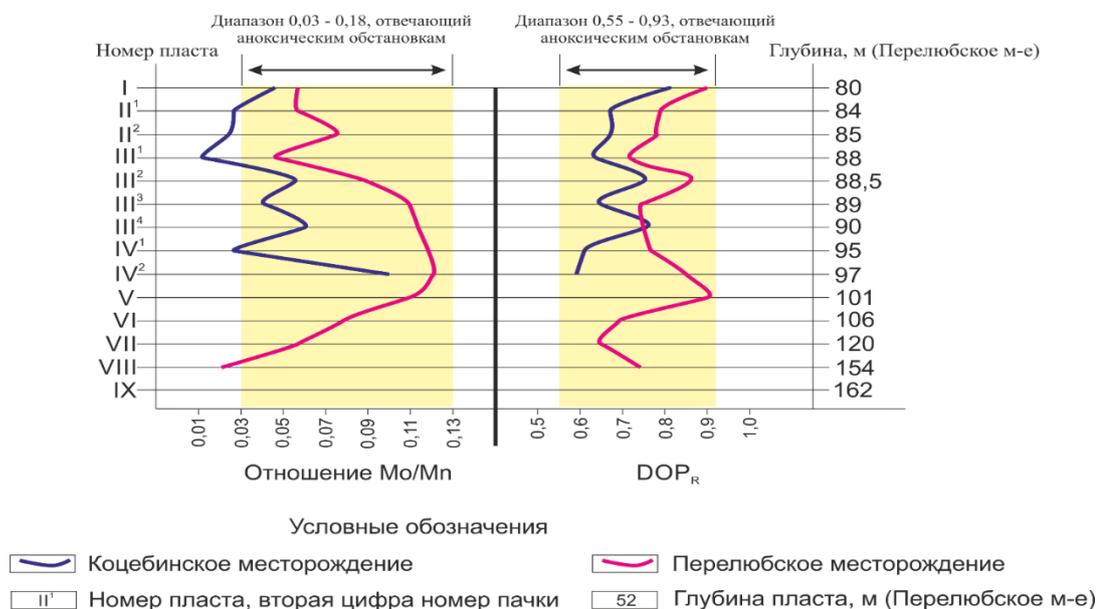


Рисунок 6 - Геохимические индикаторы развития анокисческих обстановок. Составил Илясов В.С.

Развитие данных условий привело к увеличению степени fossilization органического вещества. Напротив, для наиболее низкокачественных разностей горючих сланцев с не высоким содержанием ОВ - пласты 2(1), 2(2), 3(1) характерен следующий диапазон значений 0,013 – 0,027, что указывает на возможную аэрируемость бассейна, это объясняет наличие окисленного органического вещества в рассматриваемых пластах. Именно широкое развитие анокисческих условий обуславливало высокую степень fossilization органического вещества.

**Четвертая** глава посвящена геохимической характеристике органического вещества и минеральной составляющей сланценовой толщи. Был произведен комплекс пиролитических исследований на установке Rock Eval-6 и методом Bulk Rock основных продуктивных пластов Коцебинского, Перелюбского и Кашпир-Хвалынского месторождений, что позволило выделить наиболее перспективные продуктивные пласты.

На основании результатов сравнительного анализа наиболее перспективных и изученных на сегодняшний день объектов (таблица № 2) можно сделать вывод о высокой перспективности разработки горючих сланцев Волжского бассейна.

В последние годы в продуктивных пластах установлены высокие концентрации рения (пласт № 1, Коцебинское месторождение, до 1 г/т, результаты испытания ВНИИХТ, протокол № 836-5-1/14). Локальный характер опробования и отсутствие информации о закономерностях распространения этого чрезвычайно ценного редкоземельного металла в породах средневожской сланценовой толщи затрудняют оценку перспектив его

разведки и дальнейшей добычи. Однако широко известно наиболее характерное свойство рения, которое заключается в ярко выраженном геохимическом сходстве с молибденом. Закономерности распределения этого элемента достаточно хорошо изучены во многих пунктах распространения рассматриваемой сланценой толщи. В этой связи открывается возможность для косвенной оценки распределения рения как по латерали, так и в отдельных разрезах. Так, на Перелюбском и Коцебинском месторождениях четко выделяется интервал с повышенным содержанием молибдена.

Таблица № 2 - Основные геохимические параметры (Rock Eval 6) перспективных объектов нетрадиционных УВ в РФ

Основные геохимические показатели	Горючие сланцы Волжского бассейна	Доманиковская толща	Баженовская свита
$S_{org}$ , %	-26 (60)	-12,5	5-28
S (свободные УВ, до 300 °С)	0,08-3,68	6	3-9
S (УВ-продукты пиролиза керогена и смолисто-асфальтеновых веществ, 300-650 °С)	23-194	24-85	42-187
HI, мг/г (водородный индекс)	397-1089	570-590	537-889

В разрезе Перелюбского месторождения (скважина № 559) наблюдается двухмодальный тип распределения молибдена. На фоне фоновых значений  $3-6 \% \times n10^{-3}$  выделяются два пика, приуроченные к нижним частям третьего и четвертого пластов, в которых содержание молибдена возрастает до  $9,5-15 \% \times n10^{-3}$ . Похожая тенденция просматривается и в разрезе Коцебинского месторождения, однако содержание указанного микроэлемента там значительно ниже чем на Перелюбской площади. Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что в пластах горючих сланцев № 3, 4 Перелюбского и Коцебинского месторождений содержание рения составляет более 1 г/т.

**Пятая** глава направлена на решение практических задач в области поиска, разведки и разработки месторождений горючих сланцев. В ней рассматривается взаимосвязь литологии и качества литотипов горючих сланцев.

Сланценовая толща очень неоднородна по своему строению и качеству сырья потенциально продуктивных пластов. В целом наблюдается тренд к ухудшению их промышленной значимости вниз по разрезу.

К числу основных литологических и геохимических показателей, определяющих качество сланценой толщи, относятся следующие:

1. Содержание органического вещества и  $S_{org}$ ;
2. Состав органического вещества;
3. Содержание глинистого вещества и алевроитовой составляющей;
4. Аутигенные компоненты;
5. Химический состав.

По результатам литологического анализа установлено, что на Коцебинском месторождении горючие сланца пластов № 1 и № 3(2) характеризуются наиболее

высоким содержанием ОВ. Пласт № 1 – содержание ОВ варьируется от 45 до 55 %, пласт № 3 (2) содержание ОВ варьируется от 41 до 50 %.

По результатам геохимического анализа установлено, что горючие сланцы данных продуктивных пластов являются высококачественными, по следующим показателям:

$$S_2 = 157,6 - 194,8 \text{ мг/г}, \text{ ТОС (C}_{\text{орг}}) = 14,48 - 18,39 \%, \text{ НI} = 1089 - 1059.$$

**В шестой** главе в результате проделанных исследований, а также обобщения и анализа данных опробования 50 скважин была разработана модель сланценосной толщи Коцебинского месторождения. Для каждого продуктивного пласта была построена серия карт, отражающая изменения основных геологических и технологических параметров, как по латерали, так и по вертикали. Это позволило выделить наиболее перспективные объекты — пласты № 1 и № 3(2) (Рисунок 7). По каждому из объектов отобраны наиболее перспективные участки для дальнейшей разработки: для пласта № 1 — центральная и северная часть месторождения, для пласта № 3(2) — центральная и южная часть месторождения.

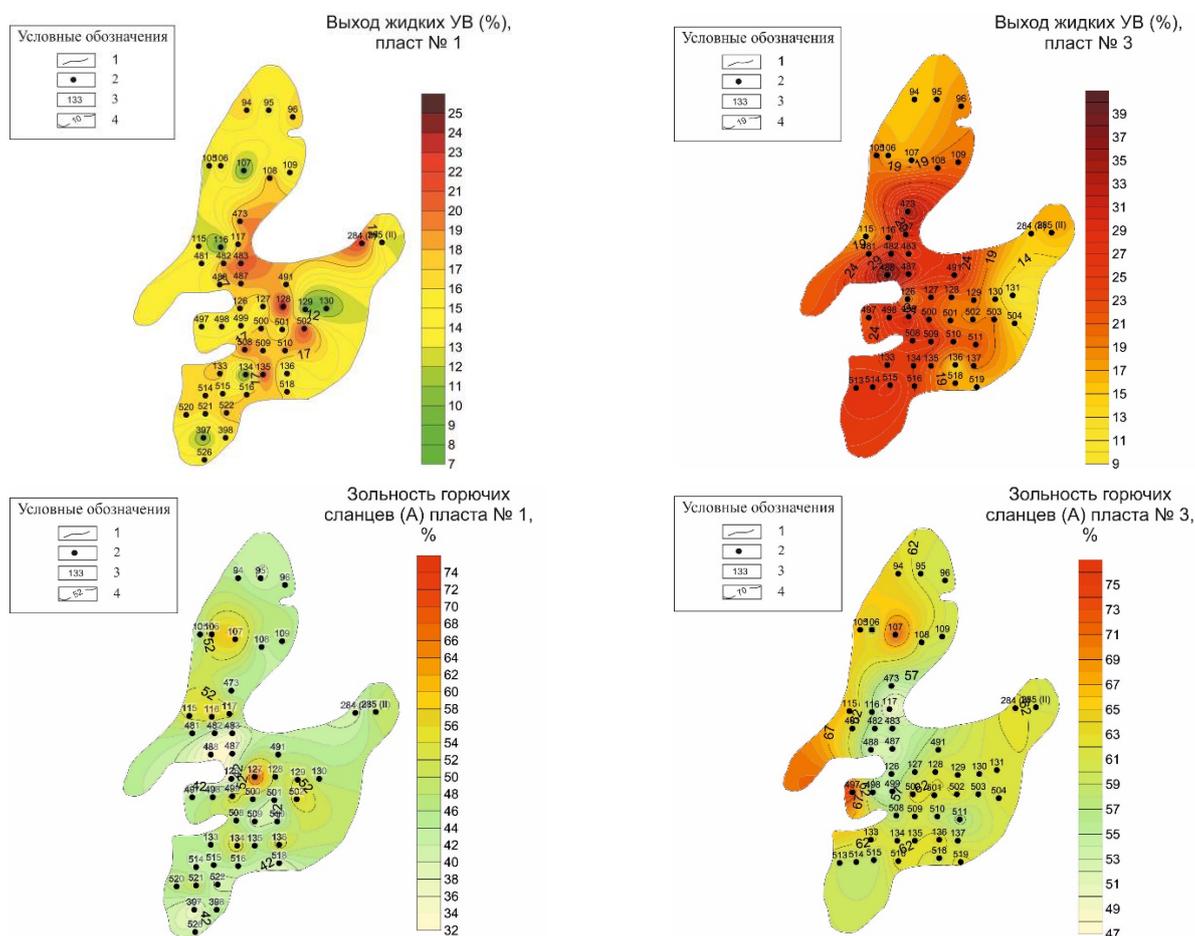


Рисунок 7 — Серия карт пласта № 1 и № 3 (2) Коцебинского месторождения.  
Составил Илясов В. С.

Условные обозначения: 1 — граница месторождения; 2 — скважины; 3 — номер скважины; 4 — изолинии рассматриваемых параметров.

## Заключение

В соответствие с целями и задачами диссертационного исследования полученные результаты кратко можно привести в виде следующих выводов:

1. В результате изучения строения сланценовой толщи в пределах рассматриваемых месторождений были выделены 11 литотипов, среди которых 3 относятся к горючим сланцам. Построены корреляционные схемы месторождений широтного и меридионального простирания. Уточнено геологическое строение Озинковского месторождения, выделен седьмой продуктивный пласт и нижний сланценовый горизонт, а также прослежены закономерности изменения рассматриваемых литотипов в пространстве.

2. Определен минеральный состав глинистых пород верхнеюрской сланценовой толщи на Коцебинском месторождении. Он характеризуется смектит-хлорит-иллитовой ассоциацией, периодически выделяется каолинит. В разрезе Коцебинского месторождения среди смектитов установлены разности с Na и Na-Ca катионным комплексом.

3. Изучены условия формирования сланценовой толщи и основных литотипов горючих сланцев Волжского бассейна с помощью анализа и применения моделей продуктивности и модели развития аноксических условий. Установлено, что формирование сланценовой толщи происходило в два этапа. На первом этапе сланценакопление происходило в узких впадинах меридионального простирания на Озинковском и Перелюбском месторождении. На втором этапе в результате выравнивания палеорельфа сланценового ложа развитие сланценовой толщи происходило на всей территории исследования. Доказано, что периодам формирования наиболее высококачественных продуктивных пластов отвечают следующие условия: высокая биопродуктивность бассейна, низкое поступление терригенного материала, высокая степень fossilization органического вещества.

4. Впервые основные продуктивные пласты горючих сланцев Коцебинского, Перелюбского и Кашпир-Хвалынского месторождений были исследованы на установке Rock Eval 6 и методом Bulk Rock. Установлено, что верхнеюрские горючие сланцы обладают высоким нефтематеринским потенциалом.

5. На основе полученных ранее данных о высокой концентрации рения (результаты испытания ВНИИХТ, протокол № 836 5 1/14) в пласте № 1 (до 1 г/т) для Перелюбского и Коцебинского месторождений были выделены перспективные объекты на рений.

6. Установлены основные параметры, определяющие качество и объем сланценовой толщи Волжского бассейна, а также выявлены информационные показатели, характеризующие качество горючих сланцев.

7. Построены серии карт основных геологических и технологических параметров продуктивных пластов Коцебинского месторождения. Для Коцебинского месторождения выделены высококачественные пласты горючих сланцев с наиболее высоким содержанием ОВ - № 1, 3(2).

**Научные статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 25.00.06, опубликованные автором по теме диссертации:**

1. Илясов В. С., Староверов В. Н. Закономерности распределения глинистых минералов в сланценовой толще *Dorsoplanites panderi* Коцебинского месторождения [Текст] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. — 2017. — № 2. — С. 26–29.
2. Илясов В. С., Староверов В. Н., Воробьева Е. В. О влиянии литологического состава горючих сланцев Волжского сланценового бассейна на их технологические параметры [Текст] // Приборы и системы разведочной геофизики. — 2016. — № 58. — С. 92–102.
3. Ромаденкина С. Б., Сверчков А. А., Земляков А. Ю., Лобанков Е. В., Илясов В. С. Химический состав и физико-химические характеристики сланцевой смолы Коцебинского месторождения [Текст] // Химия твердого топлива. — 2017. — № 6. — С. 22–25. DOI: 10.7868/S0023117717060019.

**Научные статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:**

1. Илясов В. С., Староверов В. Н., Воробьева Е. В., Решетников М. В. Геохимическая характеристика горючих сланцев волжской сланценовой толщи в связи с прогнозированием промышленных концентраций рения [Текст] // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Серия: Науки о Земле. — 2017. — Т. 17, вып. 3. — С. 165–170. DOI:

**Иные публикации:**

1. Илясов В. С., Воробьева Е. В. Закономерности изменения геохимических параметров горючих сланцев Волжского бассейна [Текст] // Геологические науки – 2017: материалы науч. межвед. конф. — Саратов: изд-во «Техно-Декор», 2017. — С. 27–29.
2. Илясов В. С., Староверов В. Н. Роль седиментационного фактора в формировании сланценовой толщи средневожского подъяруса на юго-востоке Волго-Уральской антеклизы [Текст] // Инновации в разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений. В 2 т. Т. 1. — Казань: изд. ИЛХАС, 2016. — С. 176–299.
3. Илясов В. С., Староверов В. Н., Вахрамеев П. А. Построение и анализ продуктивной модели Коцебинского месторождения в связи с перспективами разработки горючих сланцев [Текст] // Путь науки. — 2018. — № 1(47). — С. 73–87.
4. Илясов В. С., Староверов В. Н., Воробьева Е. В. Геохимическая характеристика органического вещества верхнеюрских горючих сланцев Волжского сланценового бассейна [Текст] // Недра Поволжья и Прикаспия. — 2018. — № 93 (февраль 2018). — С. 26–37.
5. Илясов В. С., Староверов В. Н. Модели формирования пластов горючих сланцев Волжского бассейна на примере месторождений Саратовского Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. — № 94 (май 2018). — С. 3–13.