

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

УДК 550.812: 551.8+551.73: 552.578: [561:581.33] (470.53)

Опыт палинологических исследований в нефтяной геологии**Т.В. Стукова, Ю.А. Пономарева, И.С. Федотов**Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми
614066, Пермь, ул. Советской Армии, 29E-mail: Tatjana.Stukova@pnn.lukoil.com; Julija.Ponomareva@pnn.lukoil.com;
Ivan.Fedotov@pnn.lukoil.com*(Статья поступила в редакцию 06 сентября 2019 г.)*

Авторы представили направления палинологических исследований: детальная (зональная) палиностратиграфия для уточнения возраста и корреляции продуктивных пластов; палинофациальный анализ для реконструкции положения древней береговой линии; определение степени катагенеза органического вещества по цветовому индексу палиноморф для оценки нефтегазогенерационного потенциала терригенных отложений территории Пермского края.

Ключевые слова: *миоспоры, палинофацции, степень катагенеза.*

DOI: 10.17072/psu.geol.18.4.296

Объектом палинологических исследований являются дисперсные миоспоры и пыльца древних растений. Содержимое пыльцы и спор легко разрушается, а наружные кутикулизованные оболочки, состоящие из своеобразного вещества спорополленина, прекрасно сохраняются в ископаемом состоянии. Микроскопические дисперсные оболочки спор и пыльцы (размеры которых в среднем от 10 до 60 мкм) наряду с другими палиноморфами являются частью органического вещества, входящего в состав горных пород.

Возможности палинологического метода в нефтяной геологии достаточно велики. Для определения возраста пород, расчленения толщ и последующей корреляции продуктивных пластов нефтегазоносных терригенных отложений палинологические объекты традиционно используются в практике во всем мире. В Пермском крае систематические палинологические исследования начались в середине прошлого века в связи с поисково-разведочным бурением и открытием новых месторождений. К сожалению, в «перестроечные» годы и начале 21 в. эти важные исследования из-за экономической ситуации были практически прекращены по всей стране. В Пермском крае, благодаря усилиям группы стратиграфов ОАО «КамНИИКИГС»

и финансовой поддержке ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» они проводились до 2007 г. (Данилова, Стукова, 1991; Сташкова, Стукова и др., 2005). С 2008 г. палинологические исследования были продолжены на базе ООО «ПермНИПИнефть» в Центре исследования ядра и пластовых флюидов при поддержке руководства института и ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». За время существования палинологической службы в «ПермНИПИнефть» (2008–2019) достигнуты значительные результаты.

Палиностратиграфия – это наиболее важный, значимый и традиционный аспект палинологических исследований. При определении возраста пород, дальнейшего детального расчленения и корреляции продуктивных пермских, визейских и девонских терригенных отложений северо-востока Волго-Уральской (Пермский край) и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинций планомерно применяется метод палинологической зональности отложений с учетом их фациальной приуроченности. Палинозоны позволяют расчленять стратиграфические подразделения (ярус, горизонт, подгоризонт) более детально, что очень важно при дальнейшей корреляции продуктивных пластов. Инновационное введение дополнительного

вида-индекса палинозон визейской терригенной толщи повысило достоверность возрастной датировки отложений (рис. 1, 2). Палинозоны являются надежной биостратиграфической основой для расчленения и корреляции продуктивных отложений, чему способствует выдержанность видового состава палинозон как в разнофациальных разрезах, так и в разрезах разного типа (Сташкова, Стукова, 2009; Стукова, 2010, 2012б, 2015, 2018).

При микроскопии палиноморф используется современная морфологическая классификация миоспор (Ошуркова, 2003) с четко обозначенными принципами и понятиями идентификации палинологических объектов.

Как показала многолетняя практика работ по уточнению геологического строения продуктивных терригенных толщ, расчленение разрезов и корреляция продуктивных пластов только лишь методами ГИС, без контрольных прямых методов возрастной датировки (палинологический анализ), нередко приводит к неверным результатам (Стукова, 2017).

Большое внимание уделяется зональной биостратиграфии. Полноценное обоснование дробных подразделений региональных шкал по спорам увязывается с зональными шкалами других групп ископаемых. Региональные стратиграфические подразделения коррелируются с зональными стандартами России и стратонами высокого ранга Общей и Международной стратиграфических шкал (Зональная стратиграфия палеозоя..., 2006; Постановление Межведомственного стратиграфического..., 2008; Сташкова, Стукова, 2009; Kulagina et al., 2003; Stukova, 2015; The Geologic Time Scale, 2012).

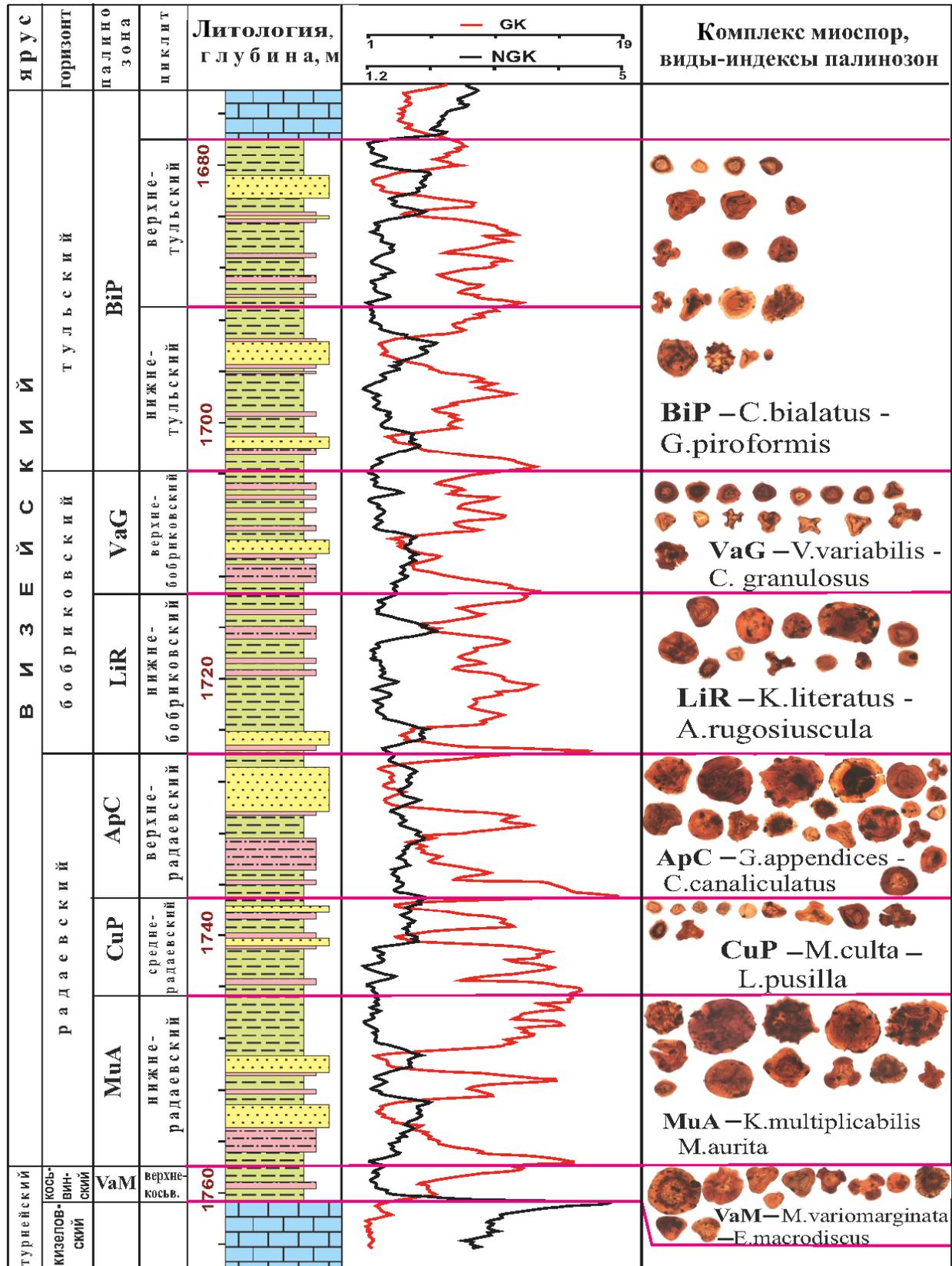
В 2015 г. в рамках международного проекта получен успешный опыт применения комплексных исследований при изучении верхнемеловых отложений нефтегазоносного бассейна Кот-д'Ивуар в Гвинейском заливе (сиквенс- и биостратиграфия, палинологический анализ и палеогеография) для уточнения и детализации региональной стратиграфии. Зарубежные коллеги при изучении глубоководных отложений одного из месторождений Южной Атлантики использовали стратиграфическую модель, где биозональные схемы (зоны по нанофоссилиям, планктонным

фораминиферам, палинозоны) интегрированы со шкалой полного последовательного ряда секвенций, увязаны со стандартной кривой циклов изменения уровня моря и хроностратиграфической шкалой (Габдуллин и др., 2008; Haq et al., 1987; Martini E., & Muller C., 1986; Vail et al., 1977). Их опыт, несомненно, полезен для нашей работы над российскими проектами.

В исследованиях последних лет для уточнения геологического строения и создания литолого-фациальных схем продуктивных терригенных толщ используется комплексирование выводов палинологии, литолого-фациальных и геофизических данных (рис. 3). Эти результаты успешно сопоставляются с результатами сейсмофациального моделирования при детальном изучении геологического строения месторождений и разведочных площадей пространственной сейсморазведкой 3D (Путилов и др. 2012; Стукова, 2017; Стукова, Винокурова, 2013).

Вопрос об условиях формирования и накопления нефтегазоносных толщ всегда актуален. Определение условий образования и геологических закономерностей размещения полезных ископаемых составляет научную основу для их поисков и разведки. Именно это определяет интерес как к изучению биостратиграфии (в том числе палиностратиграфии), так и литологии, палеогеографии и геохимии отложений, вмещающих залежи нефти и газа (Ализаде, 2014; Макарова, 2009; Стукова, 2011, 2014).

Для определения обстановок древнего осадконакопления наряду с литологическими исследованиями используется метод изучения палинофаций (Петросьянц, 1985; Nabib, 1979). В его задачи входит определение в палиноспектрах состава и количественных соотношений всего рассеянного органического вещества (РОВ), которое выделяется из породы при палинологических исследованиях, в том числе и палиноморф. Палиноморфы – разнообразные микрофоссилии с органической оболочкой (споры, пыльца, акритархи, остатки растительных тканей и др.). Захороненные в определенных условиях и приуроченные к конкретной литологической разновидности пород, они используются для реконструкции обстановок осадконакопления.



Условные обозначения:

 — песчаники
  — алевролиты
  — аргиллиты
  — известняки

Рис. 1. Палинологическая характеристика типичного разреза визейской терригенной толщи нижнего карбона юго-востока Пермского Прикамья

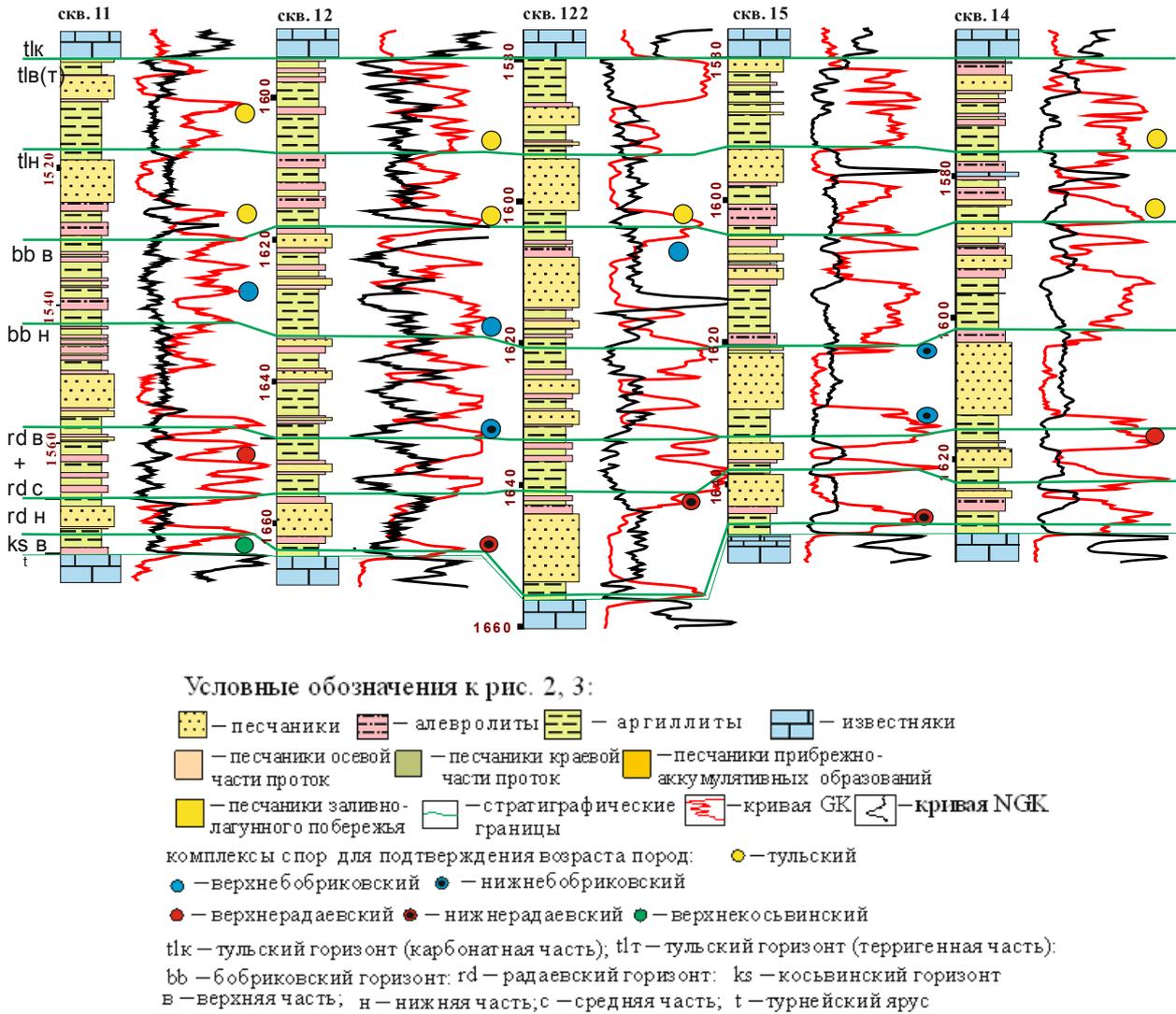


Рис. 2. Схема расчленения и корреляции разрезов визейской терригенной толщи нижнего карбона юго-востока Пермского Прикамья на основе комплекса ГИС, палино- и циклостратиграфии

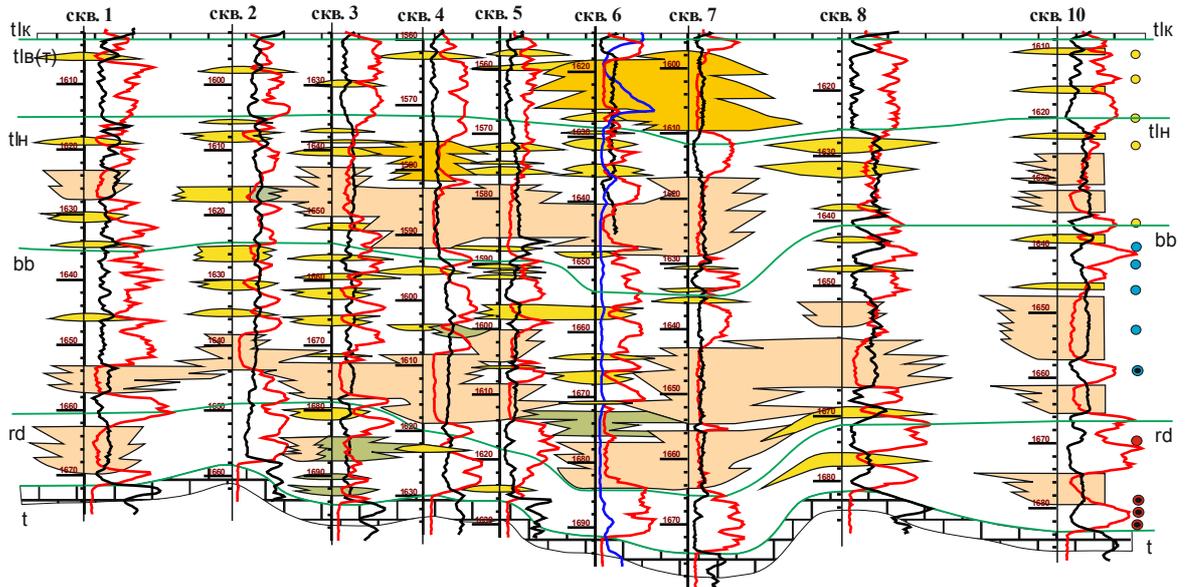


Рис. 3. Схематичный литолого-фациальный палеофильный разрез визейской терригенной толщи по линии скважин юго-восточной территории Пермского Прикамья

Разнообразные ассоциации палиноморф называются палинофациями. Понятие палинофация отождествляется с условиями формирования комплекса органических остатков в конкретных отложениях. В «ПермНИ-ПИНефть» этот метод получил теоретическое развитие и апробацию на материалах керн скважин Пермского края последних лет бурения. В частности, при поисках углеводородов в прибрежно-морских зонах очень важное значение имеет определение местоположения береговой линии и разнообразных геоморфологических элементов палеоделты. Исследованиями (Пахомов и др., 1980) было установлено, что на рубеже бобриковского и тульского времени, затем в раннетульское время юго-восточная территория Пермского края являлась прибрежной частью морского бассейна со сложным очертанием береговой линии (БЛ) и пестрой фациальной зональностью. В разрезе скважин в этом временном диапазоне выявлены многочисленные песчаные пласты разных толщин (от 0,6 до 13 м). Пласты располагаются несколькими прослоями (от 1–2 до 4–6), выклиниваются, сливаются в один, замещаются плотными породами.

В нижнетульском терригенном циклите одной из территорий юго-востока Пермского края при построении схем площадного распространения фаций имелись определенные трудности в диагностике песчаных прослоев надводной и подводной частей дельты. Для корректировки положения древней береговой линии был применен модифицированный палинофациальный метод (Макарова, 2009; Стукова, 2012а). Его суть заключалась в разработке приемов реконструкции положения древней береговой линии с помощью формализованных индексов её удаленности от точек изучения отложений.

В образцах керн скважин по литологии и по комплексам палиноморф (палинофациям), выделенных из этих же образцов, определялись условия древнего осадконакопления, удаленность установленных палинофаций от древней береговой линии в латеральном ряду фаций море–суша с помощью индексов удаленности от береговой линии (УБЛ).

Индексы УБЛ в скважинах на разных уровнях корреляции колебались от -1 до $+1$. Положительное значение индекса ($+1$) присваивалось фации заболоченной межпроточной равнины. Комплекс палиноморф: разно-

образные миоспоры наземных растений, дисперсные кутикулы, трахеиды, остатки микрогрибов (споры, гифы, аски), углистые частицы. В керне зафиксированы ходы илоедов, растительные остатки (углефицированные фрагменты растений), ризоиды. Отрицательным значением индекса (-1) обозначали фации заливов и лагун. Комплекс палиноморф: мелкие миоспоры наземных растений, дисперсные кутикулы, трахеиды, умеренное количество акритарх. В керне – раковины брахиопод, пелеципод, водоросли. За нулевую отметку (0) принимались переходные обстановки, смена трансгрессивной фазы осадконакопления регрессивной. Это обстановки, наиболее приближенные к берегу, поэтому нулевая отметка условно принимается за отметку местоположения БЛ. Комплекс палиноморф содержит миоспоры наземных растений, дисперсные кутикулы, трахеиды, единичные акритархи, споры микрогрибов, углистые частицы. В керне отмечены ходы илоедов, растительные остатки, раковины брахиопод.

С учетом стратиграфических разбивок, основанных на возрастной датировке спорово-пыльцевых комплексов и цикличности отложений, по установленным индексам УБЛ для каждой скважины выстраивалась формализованная палинофациальная кривая, демонстрирующая удаленность каждой изученной точки разреза относительно береговой линии, положение которой представлено вертикальной нулевой линией. С помощью метода палинофациальных кривых, учитывая литологические данные, можно достаточно надежно реконструировать положение и миграцию древней береговой линии по латерали и во времени, а затем картировать ее по площади. Точность, с которой может быть определена береговая линия, прямо пропорциональна числу скважин на исследуемой территории. В частности на участке достаточно хорошо разбуренной территории в образцах одних и тех же скважин с двух временных поверхностей (уровни корреляции) по комплексу палиноморф (палинофациям) с учетом данных по керну определялись условия древнего осадконакопления, устанавливался индекс УБЛ. Таким образом, впервые для Пермского Прикамья получен опыт более точного определения положения древней береговой линии на отдельно взятой площади (рис. 4).

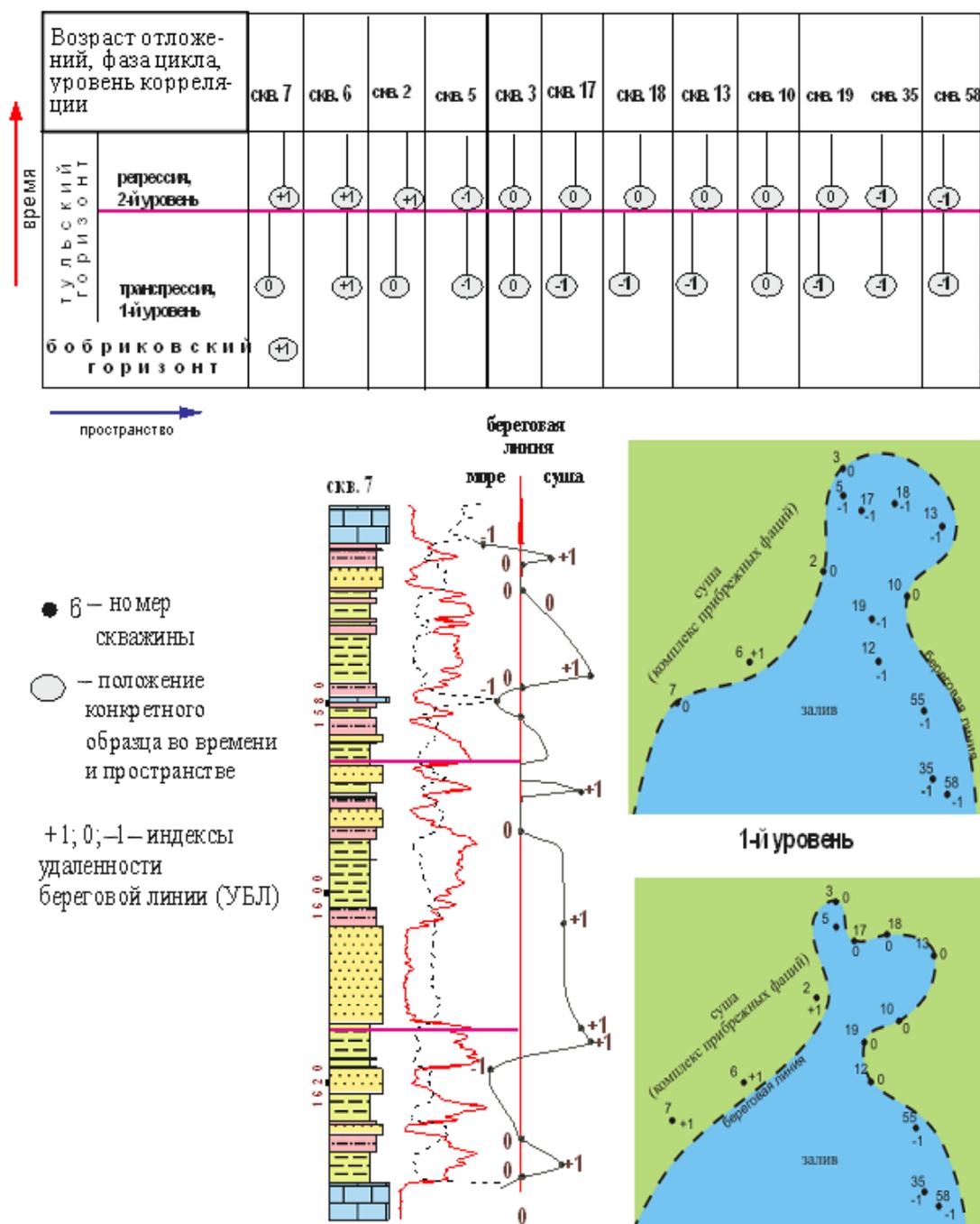


Рис.4. Реконструкция положения береговой линии

Данные палинофациального анализа не только существенно дополняют литолого-фациальную характеристику терригенных отложений в Пермском Прикамье, но и открывают новые возможности для картирования зон, перспективных для поиска углеводородов (Стукова, 2012а).

Не менее значимым для нефтяной геологии является метод определения уровня катагенеза органического вещества по цветовому индексу миоспор. Основой метода служит коррелятивная связь между палео-

температурами, цветом и сохранностью ископаемых миоспор, которые являются частью органического вещества (ОВ) горных пород. Оболочки миоспор, состоящие из спорополленина, исключительно устойчивы и хорошо сохраняются в геологических условиях. Являясь составной частью рассеянного ОВ, в процессе литогенеза под воздействием палеотемператур они проходят широкий диапазон катагенетической превращенности. Оболочки, прозрачные в момент захоронения и образования осадков,

под воздействием температуры и давления изменяют цвет. Они становятся желтыми, затем коричневыми, далее черными и непрозрачными. Цвет микрофитофоссилий определяется по семибалльной шкале (от 1 до 7). Индексы изменения цвета и их сохранности сопоставлены со стадиями литификации осадочных пород, палеотемпературами и нетегазоносностью по И.И. Аммосову, а также со шкалой градаций катагенеза осадочных образований по С.Г. Неручеву, Н.Б. Вассоевичу (Ровнина, 1984). В «ПермНИПИнефть» были обобщены многолетние палинологические данные о степени катагенеза визейских нефтегазоносных отложений Пермского Прикамья. Цветовые индексы миоспор 4 и 5 соответствуют стадиям мезокатагенеза РОВ 1 и 2 (МК 1 и 2) – главной фазе нефтеобразования (ГФН). В разрезах Передовых складок Урала установлен индекс цвета 6, свидетельствующий о третьей стадии мезокатагенеза РОВ (МК 3) – главной фазе газообразования (ГФГ) (рис. 5).



Рис. 5. Индекс цвета миоспор и стадия катагенеза РОВ в терригенных нижнекаменноугольных отложениях Пермского края (Пермское Прикамье)

Проведена корреляция с результатами геохимии, подтверждающая объективность и надежность палинологического метода. По данным палинологии проведено зонирование территории Пермского края для оценки нефтегазогенерационного потенциала отложений, которое дополнено результатами исследований последних лет (рис. 6) (Стукова, 2014). Подобные работы проводятся палинологами и в других нефтегазодобывающих регионах России (Здобнова, 2017; Макарова, Суханов, 2011; Суханов и др., 2012). Выводы палинологии в плане перспективности территории Пермского края на нефть и газ хорошо сопоставляются с результатами других направлений геологии Пермского Прикамья (Шестов и др., 2015).

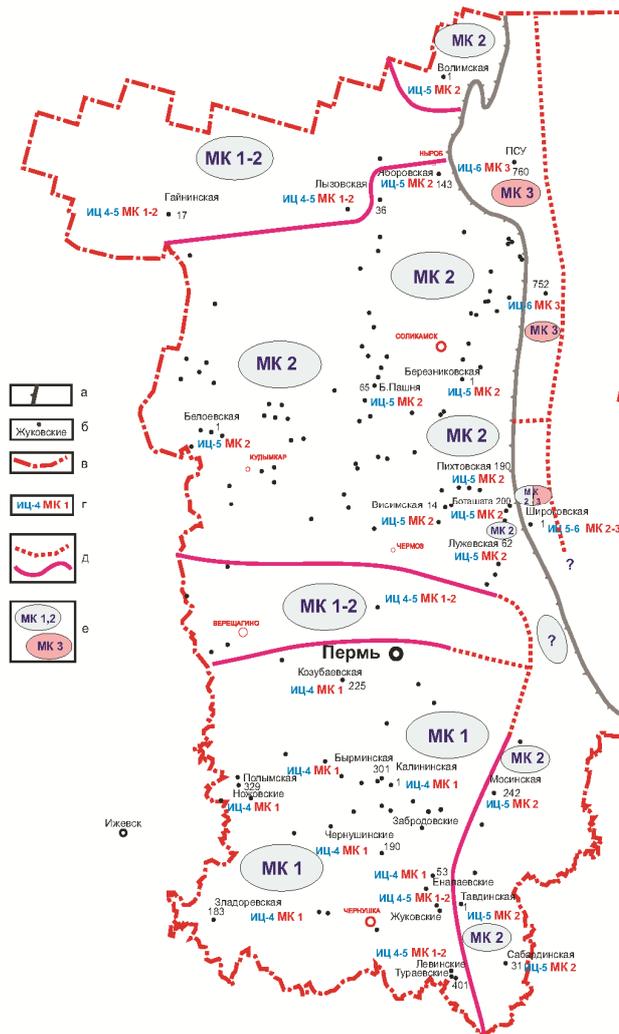


Рис. 6. Зонирование территории Пермского края по степени катагенеза органического вещества визейских терригенных отложений (данные палинологии, по состоянию на 2018г.): а – современная граница складчатого Урала, б – изученные разрезы и площади, в – административная граница Пермского края, г – индексы цвета миоспор и степени катагенеза ОВ в палинологических препаратах, д – границы зон катагенеза ОВ, е – зональный индекс степени катагенеза ОВ

Современные приемы применяются и при извлечениях палинологических объектов из породы для микроскопических исследований. В 2017–2019 гг. были проведены экспериментальные работы, направленные на сокращение сроков и рисков при подготовке проб. В частности, для разделения минеральной и органической фракций пород вместо сепарации по удельному весу с использованием агрессивной тяжелой жидкости

применена фильтрация осадков через синтетическую ткань с размером пор 20-30 мкм. Для дезинтеграции составляющих органоматериала использован ультразвук. В эксперименте при растворении минеральной части породы агрессивные реактивы заменены на менее опасные. Инновационные приемы применены на аргиллитах и алевролитах девонских, нижнекаменноугольных и пермских отложений. Результат эксперимента не лишен недостатков, но в целом является положительным. Отметим его экономичность, минимизацию рисков, экологическую безопасность и приемлемую, а в ряде случаев достаточно высокую эффективность (Стукова, Федотов, 2018).

Современные возможности палинологических исследований помогают решать как прикладные, так и прогнозные задачи в нефтегазодобывающих регионах. К сожалению, они становятся всё менее востребованными.

Библиографический список

- Ализаде Ак.А., Тагиева Е.Н., Байрамова Ш.Ш.* Палиностратиграфия и условия формирования майкопской свиты Шамаха-Гобустанской области Азербайджана // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. Вып. 4 (25). С. 8–21.
- Габдуллин Р.Р., Копачевич Л.Ф., Иванов А.В.* Секвентная стратиграфия. М., 2008. 113 с.
- Данилова Л.А., Стукова Т.В.* Характеристика спорово-пыльцевых зональных комплексов визейских терригенных отложений Пермского Прикамья // Геологическое строение и нефтегазоносность северных и западных районов Волго-Уральской провинции: сб. науч. тр. КамНИИКИГС. Пермь, 1991. С. 133–139.
- Здобнова Е.Н.* Метод определения катагенетической изменчивости микрофоссилий и его значение для стратиграфии // Материалы XIV Всерос. палинол. конф. М: Изд-во МГУ, 2017. С. 105–107.
- Зональная стратиграфия фанерозоя России.* СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.
- Макарова И.Р.* Модель сукцессий морской и наземной биот в осадочных секвенциях пермских отложений ТПП и её значение для нефтяной геологии // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. Вып. 4. С. 39–61.
- Макарова И.Р., Суханов А.А.* Методические аспекты изучения катагенеза сапропелевого органического вещества в связи с оценкой нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т.6, № 11. С. 1–18.
- Ошуркова М.В.* Морфология, классификация и описания форма-родов миоспор позднего палеозоя. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. 377 с.
- Пахомов В.И., Пахомов И.В.* Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья. М.: Недра, 1980. 152 с.
- Петросьянц М.А.* Методические рекомендации по использованию микрофоссилий растительного и проблематичного происхождения для выявления обстановок древнего осадконакопления ВНИГРИ. М., 1985. 17 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий.* СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. Вып. 38. 131 с.
- Путилов И.С., Винокурова Е.Е., Стукова Т.В.* Комплексование результатов литолого- и сейсмофациальных исследований при поисках бобриковских палеорусел на территории Ножовского месторождения // Материалы Всерос. литолог. совещания. СПб., 2012. С. 239–241.
- Ровнина Л.В.* Классификация органического вещества осадочных пород на основе палинологического метода // Проблемы современной палинологии: сб. статей VI Междунар. палинол. конф. Новосибирск: Наука, 1984. С. 31–34.
- Сташкова Э.К., Стукова Т.В., Пахомов В.И.* Методика исследования визейской терригенной толщи для моделирования ее строения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 3–4. С. 60–71.
- Сташкова Э.К., Стукова Т.В.* Новое в био-стратиграфии турнейско-визейских отложений на северо-востоке Волго-Урала // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений / ВНИИОЭНГ. М., 2009. № 11. С. 80–84.
- Стукова Т.В.* Палиностратиграфия верхнетурнейско-визейских (косьвинско-тульских) терригенных отложений Пермского Прикамья : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь, 2010. 23 с.
- Стукова Т.В.* Роль палинофациального анализа в определении генезиса визейских терригенных отложений Пермского Прикамья // Проблемы современной палинологии: сб. науч. тр. XIII Всерос. палинол. конф. / Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2011. Т. 1. С. 221–224.
- Стукова Т.В.* Метод палинофаций для уточнения обстановок древнего осадконакопления нефтегазоносной территории юга-востока Пермского Прикамья и опыт реконструкции береговой линии // Фациальный анализ в нефтегазовой литологии: тр. II Рег. совещ. Томск, 2012а. С. 66–71.

Стукова Т.В. Палинологическая характеристика верхнетурнейско-визейских терригенных отложений Пермского Прикамья // *Lethaea rossica*. М.: ГЕОС, 2012б. Т. 6. С. 32–45.

Стукова Т.В. Возможности палинологического метода при определении типа и степени катагенеза органического вещества // *Нефтяное хозяйство*. 2014. № 3. С. 46–49.

Стукова Т.В. Возраст и корреляция продуктивных песчаных пластов (на примере одного из месторождений юго-востока Пермского края) // *Геология. Геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений / ВНИИОЭНГ*. М., 2017. № 2. С. 9–13.

Стукова Т.В. Зональные шкалы по спорам разнофациальных косьвинско-тульских отложений Волго-Уральского (Пермское Прикамье) и Тимано-Печорского субрегионов // *Материалы XVII Всерос. микропалеонтол. совещ.* Казань, 2018. С. 436–438.

Стукова Т.В., Винокурова Е.Е. Комплексный подход при создании литолого-фациальных моделей пластов-коллекторов визейских терригенных отложений в Пермском крае // *Материалы VII Всерос. литолог. совещ. / Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН*. Новосибирск, 2013. С. 174–176.

Стукова Т.В., Федотов И.С. К методике выделения мiosпор из терригенных пород разного возраста // *Материалы Всерос. палеоботан. коллоквиум. Томск, 2018; Палеоботанический временник*. 2018. №3. С. 82–84.

Суханов А.А., Отмас А.А. (ст.), Макарова И.Р. Сравнение результатов исследования органического вещества доманикоидных отложений различными методами в связи с диагностикой нефтегазоносности силурийских отложений Ка-

лининградской области // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2012. № 3. С. 1–11.

Шестов И.Н., Тюрина И.М., Рянова А.Р. Геотермические условия газонефтеводоносных комплексов Пермско-Башкирского свода в пределах Пермского края // *Вестник Пермского университета. Геология*. 2015. Вып. 2 (27). С. 75–84. DOI: 10.17072/psu.geol.27.75.

Habib D. Sedimentary origin of North Atlantic Cretaceous palynofacies. – Deep Drill Ras. In *Atlantic Ocean: Continental margins and palaeoenvironment*. 1979. P. 420–437.

Haq B.U., Hardenbol J. and Vail P.R. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic // *Science*. 1987. Vol. 235. P. 1156–1167.

Kulagina E.I., Gibshman N.B., Pazukhin V.N. Foraminiferal zonal standard for Lower Carboniferous of Russia and its correlation with conodont zonation // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 2003. Vol. 109, N. 2. P. 173–185.

Martini E. & Muller C. Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlation // *Newsl. Stratigr.* 1986. Vol. 16. P. 99–112.

Stukova T. Palynostratigraphy of the Upper Tournaisian-Visean terrigenous deposits of Permian Prikamie (Volga-Ural oil-and-gas province) // *Abstracts of reports XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian*. Kazan: Kazan University Press, 2015. P. 188.

The Geologic Time Scale 2012 / Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (eds.). Amsterdam et al.: Elsevier, 2012. Vol. 1, 2. XVIII+1144 p.

Vail P.R., Mitchum R.M. and Thompson S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In: Payton C.E. (ed). *Seismic stratigraphy – Applications to hydrocarbon exploration* // *American Association of Petroleum Geologists Memoir No 26*. 1977. P. 83–97.

Case Study of the Palynological Research in Petroleum Geology

T.V. Stukova, Yu.A. Ponomareva, I.S. Fedotov

Branch of LLC LUKOIL-Engineering PermNIPIneft in the city of Perm. 29 Sovetskoy Armii Str., Perm 614066, Russia

The authors present the directions for palynological research: detailed (zonal) palynostratigraphy for clarifying the age and correlation of reservoirs; palynological facial analysis for reconstruct the position of the ancient coastline; determination of the degree of catagenesis of organic matter using the palynomorphs color index for assessing the oil and gas generation potential of terrigenous sediments of the Perm region.

Key words: *miospores, palynological facies, degree of catagenesis*.

References

Alizade A.A., Tagiyeva Ye.N., Bayramova Sh.Sh. 2014. Palinostratigrafiya i usloviya formirovaniya

maykopskoy svity Shamakha-Gobustanskoy oblasti Azerbaydzhana [Palynostratigraphy and formation conditions of the Maykopskaya Suite of the Shamakha-Gobustanskaya region of Azerbaijan]. *Vestnik*

- Permskogo universiteta. Geologiya. 4(25):8-21. (in Russian) doi: 10.17072/psu.geol.25.8
- Gabdullin R.R., Kopayevich L.F., Ivanov A.V.* 2008. Sekventnaya stratigrafiya [Secventional stratigraphy]. Moskva, p. 113. (in Russian)
- Danilova L.A., Stukova T.V.* 1991. Kharakteristika sporovo-pyltsevykh zonalnykh kompleksov vizeyskikh terrigenykh otlozheniy Permskogo Prikamya [Characteristics of spores and pollen zonal complexes of the terrigenous Visean of the Perm Ciskama region]. In: Geologicheskoe stroenie i neftegazonostnost severnykh i zapadnykh rayonov Volgo-Uralskoy provintsii, KamNIIKIGS, Perm, p. 133–139. (in Russian)
- Zdobnova Ye.N.* 2017. Metod opredeleniya katageneticheskoy izmenchivosti mikrofosiliy i yego znachenie dlya stratigrafii [Method of determination of the microfossils catagenetic changes and its significance for stratigraphy]. In: Mat. XIV Vseros. palinol. konf. Moskva, MGU, pp. 105-107. (in Russian)
- Zonalnaya stratigrafiya fanerozoia Rossii.* SPb.: Izd. VSEGEI, 2006, p. 256. (in Russian)
- Makarova I.R.* 2009. Model suksessiy morskoy i nazemnoy biot v osadochnykh sekventsnykh permskikh otlozheniy TPP i yego znachenie dlya neftyanoy geologii [Model of successions of marine and onland biotas in the sedimentation sequences in TPP Permian and its value for petroleum geology]. Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. 4: 39–61. (in Russian)
- Makarova I.R., Sukhanov A.A.* 2011. Metodicheskiye aspekty izucheniya katageneza sapropelevogo organicheskogo veshchestva v svyazi s otsenkoy neftegazonosnosti [Methodical aspects of study of the sapropel organics catagenesis relatively to petroleum potential assessment]. Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. 6(11):1–18. (in Russian)
- Oshurkova M.V.* 2003. Morfologiya, klassifikatsiya i opisaniya forma-rodov miospor pozdnego paleozoya [Morphology, classification and description of the form-genus of the Late Paleozoic miospores]. SPb., Izd. VSEGEI, p. 377. (in Russian)
- Pakhomov V.I., Pakhomov I.V.* 1980. Vizeyskaya uglenosnaya formatsiya zapadnogo sklona Srednego Urala i Priuralya [Visean carboniferous formation of the western slope of Urals and Pre-Urals]. Moskva, Nedra, p. 152. (in Russian)
- Petrovyants M.A.* 1985. Metodicheskiye rekomendatsii po ispolzovaniyu mikrofosiliy rastitel'nogo i problematichnogo proiskhozhdeniya dlya vyyavleniya obstanovok drevnego osadkonakopleniya. Moskva, VNIGRI, p. 17. (in Russian)
- Postanovleniya Mezhdovedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannykh komissiy* [Bylaw of the Interdepartmental stratigraphic committee and its permanent commissions]. SPb., VSEGEI, 38:131. (in Russian)
- Putilov I.S., Vinokurova Ye.Ye., Stukova T.V.* 2012. Kompleksirovaniye rezultatov litologo- i seysmo-fatsialnykh issledovaniy pri poiskakh bobrikovskikh paleorusel na territorii Nozhovskogo mestorozhdeniya [Integration of results of lithological and seismic facial studies for prospecting of the Bobrikovian paleochannels at the nozhovskoe oil field]. In: Mat. Vseros. litolog. soveshchaniya. Sankt-Peterburg, pp. 239-241. (in Russian)
- Rovnina L.V.* 1984. Klassifikatsiya organicheskogo veshchestva osadochnykh porod na osnove palinologicheskogo metoda [Classification of organic matter of sedimentary rocks based on the palinological method]. In: Problemy sovremennoy palinologii. Novosibirsk, Nauka, p. 31–34. (in Russian)
- Stashkova E.K., Stukova T.V., Pakhomov V.I.* 2005. Metodika issledovaniya vizeyskoy terrigennoy tolshchi dlya modelirovaniya yego stroyeniya [Methods of study of the Visean terrigenous formation for modeling of its structure]. Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy. 3-4:60-71. (in Russian)
- Stashkova E.K., Stukova T.V.* 2009. Novoe v biostratigrafii turneysko-vizeyskikh otlozheniy na severo-vostoke Volgo-Urala [Novels in the biostratigraphy of Tournaisian-Visean sediments in northeast of the Volga-Urals]. Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy. 11:80–84. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2010. Palinostratigrafiya verkhneturneysko-vizeyskikh (kosvinsko-tulskikh) terrigenykh otlozheniy Permskogo Prikamya [Pollen stratigraphy of the Upper Tournaisian-Visean (Kosvian-Tulian) terrigenous sediments of the Perm Pre-Kama]. Dis. kand. geol.-min. nauk. Perm, PermNIPIneft. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2011. Rol palino-fatsialnogo analiza v opredelenii genezisa vizeyskikh terrigenykh otlozheniy Permskogo Prikamya [Role of the Pollen and Facial analysis in determination of the genesis of Visean terrigenous deposits of the Perm Pre-Kama region]. In: Problemy sovremennoy palinologii. Syktyvkar. Inst. Geol. Komi NTS UrO RAN. 1:221–224. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2012. Metod palinofatsiy dlya utochneniya obstanovok drevnego osadkonakopleniya neftegazonosnoy territorii yugo-vostoka Permskogo Prikamya i opyt rekonstruktsii beregovoy linii [Method Pollen and Facies for detalization of ancient sedimentation environments of the petroliferous territory of southeast of Perm Pre-Kama and experience of coastline reconstruction]. In: Fatsialnyy analiz v neftegazovoy litologii. Tomsk, pp. 66-71. (in Russian)

- Stukova T.V.* 2012. Palinologicheskaya kharakteristika verkhneturneysko-vizeyskikh terrigennykh otlozheniy Permskogo Prikam'ya [Palinological characteristics of the Upper Tournaisian-Visean terrigenous deposits of Perm Pre-Kama region]. *Lethaea rossica*. 6:32-45. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2014. Vozmozhnosti palinologicheskogo metoda pri opredelenii tipa i stepeni katageneza organicheskogo veshchestva [Feasibility of palinological method for determination of type and catagenesis rate of the organic matter]. *Neftyanoye khozyaystvo*. 3:46-49. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2017. Vozrast i korrelyatsiya produktivnykh peschanykh plastov (na primere odnogo iz mestorozhdeniy yugo-vostoka Permskogo kraya) [Age and correlation of the productive sand strata (on example of deposit on southeast of Perm krai)]. *Geologiya. Geofizika i razrabotka neftnykh i gazovykh mestorozhdeniy*. 2:9-13. (in Russian)
- Stukova T.V.* 2018. Zonalnye shkaly po sporam raznofatsialnykh kosvinsko-tulskikh otlozheniy Volgo-Uralskogo (Permskoye Prikamye) i Timano-Pechorskogo subregionov [Zonal scales based on the spores of multifacial Kosvian-Tulian sediments of the Volga-Urals (Perm Pre-Kama) and Timan-Pechora subregions]. *In: Mat. XVII Vseros. mikro-paleontol. soveshch. Kazan, KFU*, pp. 436-438. (in Russian)
- Stukova T.V., Vinokurova Ye.Ye.* 2013. Kompleksnyy podkhod pri sozdaniy litologo-fatsialnykh modeley plastov-kollektorov vizeyskikh terrigennykh otlozheniy v Permskom kraye [Integrated approach to creation of the lithological facial models of Visean terrigenous reservoirs at Perm krai]. *In: Mat. VII Vseros. litolog. soveshch., Novosibirsk, Inst. neftegaz. geologii i geofiziki SO RAN*, pp. 174-176. (in Russian)
- Stukova T.V., Fedotov I.S.* 2018. K metodike vydeleniya miospor iz terrigennykh porod raznogo vozrasta [On method of extraction of miospores from terrigenous rock of different age]. *In: Mat. Vseros. paleobotan. kollok., Tomsk, TGU, Paleobotanicheskiy vremennik*. 3:82-84. (in Russian)
- Sukhanov A.A., Otmas A.A. (st.), Makarova I.R.* 2012. Sravneniye rezultatov issledovaniya organicheskogo veshchestva domanikoidnykh otlozheniy razlichnymi metodami v svyazi s diagnostikoy neftegazonosnosti siluriyskikh otlozheniy Kaliningradskoy oblasti [Comparison of the results of study of organic matter of domanik deposits by different methods in relation with testing of the Silurian deposits of Kaliningrad region]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 3:1-11. (in Russian)
- Shestov I.N., Tyurina I.M., Rivanova A.R.* 2015. Geotermicheskiye usloviya gasoneftevodonosnykh kompleksov Permsko Bashkirskogo svoda v predelakh Permskogo kraya [Geothermic conditions of the gas, oil, and water productive complexes of Perm Bashkirian Arch in Perm region]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*. 2(27):75-84. (in Russian) doi: 10.17072/psu.geol.27.75
- Habib D.* 1979. Sedimentary origin of North Atlantic Cretaceous palynofacies. *Deep Drill Ras. In: Atlantic Ocean: Continental margins and palaeoenvironment*, pp. 420-437.
- Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R.* 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*. 235:1156-1167.
- Kulagina E.I., Gibshman N.B., Pazukhin V.N.* 2003. Foraminiferal zonal standard for Lower Carboniferous of Russia and its correlation with conodont zonation. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 109(2):173-185.
- Martini E., Muller C.* 1986. Current Tertiary and Quaternary calcareous nanoplankton stratigraphy and correlation. *Newsl. Stratigr.* 16:99-112.
- Stukova T.* 2015. Palynostratigraphy of the Upper Tournaisian-Visean terrigenous deposits of Permian Prikamie (Volga-Ural oil-and-gas province). Abstracts of reports XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. Kazan: Kazan University Press, p. 188.
- The Geologic Time Scale 2012.* Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (Eds.). Amsterdam. Elsevier, 1, 2:XVIII+1144 p.
- Vail P.R., Mitchum R.M., Thompson S.* 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. *In: Seismic stratigraphy – Applications to hydrocarbon exploration.* Payton C.E. (Ed.). American Association of Petroleum Geologists Memoir. 26:83-97.