

ПЕРСОНАЛИИ

DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2022.2.1>

К юбилеям выдающихся ученых, заложивших фундамент науки геологии нефти и газа, И.О. Брода, Н.Б. Вассоевича и И.В. Высоцкого

*А.В. Ступакова**, *Е.Е. Карньюшина*, *А.И. Конюхов*
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Посвящается памяти выдающихся геологов Игнатия Осиповича Брода, Николая Брониславовича Вассоевича и Игоря Владимировича Высоцкого. Эти ученые являются основоположниками ряда принципиальных положений теории геологии нефти и газа, которые до сих пор слагают суть всех представлений о формировании месторождений углеводородов.

Российская наука геологии нефти и газа в 2022 году празднует юбилей своих выдающихся геологов – 120-летие Игнатия Осиповича Брода и Николая Брониславовича Вассоевича и 110-летие со дня рождения Игоря Владимировича Высоцкого. Эти ученые являются основоположниками ряда принципиальных положений теории геологии нефти и газа, которые до сих пор слагают суть всех представлений о формировании месторождений углеводородов. Они создали свою школу в стенах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, которая развивается на фундаменте, заложенной ее основателями.

Игнатий Осипович Брод родился в 1902 г. в Саратове в семье земского врача, в 1928 году закончил Ленинградский горный институт, ученик Ивана Михайловича Губкина, основоположника нефтяной геологии, первооткрыватель месторождений нефти на Северном Кавказе, в Дагестане. Прекрасный производитель и ученый Игнатий Осипович пришел в ведущий вуз страны и сумел объединить фундаментальные знания науки с прикладными задачами нефтегазового дела. В результате, создано учение о нефтегазоносных бассейнах, которое определяет стратегию поисково-разведочных работ на нефть и газ, и разработана классификация залежей углеводородов применительно к нефтегазоносным бассейнам.

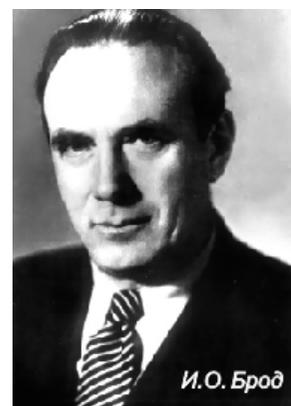
Нефтегазоносные бассейны – достояние И.О. Брода, положенное в основу кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых. Буквально за несколько лет работы в МГУ имени М.В. Ломоносова И.О. Броду удалось создать свою оригинальную школу геологов-нефтяников, деятельность которых базировалась на разработанном им учении о нефтегазоносных бассейнах как основных единицах нефтегазогеологического районирования территорий

и акваторий. Под нефтегазоносными бассейнами И.О. Брод понимал крупные области прогибания земной коры, выполненными осадочными толщами, в которых происходила как генерация углеводородов, так и формирование их скоплений. На базе этого учения им была разработана первая классификация нефтегазоносных бассейнов, а в дальнейшем предложен метод оценки перспектив их нефтегазоносности (И.О. Брод, И.В. Высоцкий, В.Б. Оленин, Б.А. Соколов и др.).

Основные достижения И.О. Брода в области теоретической нефтегазовой геологии хорошо описаны Д.В. Несмеяновым, к которым он относит следующие три важнейших положения, суть которых во многом обусловлена тектоническими процессами.

Первое – это четкая формулировка главенствующей роли прогибания, сопровождаемого мощным осадконакоплением в процессе генерации и аккумуляции нефти и газа. Это принципиальное положение было сформулировано им в 1947 году в качестве основного закона нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции.

Второе важнейшее положение – это учение о нефтегазоносных бассейнах, где И.О. Брод связал в единое целое процессы прогибания и осадконакопления с процессами генерации, миграции и аккумуляции нефти и газа, придав бассейнам тектонический и геодинамический смысл, разработав первые варианты их классификации. Это учение живет и развивается до сих пор, где нефтегазоносный бассейн является основным элементом нефтегеологического районирования. Изданная в 1960 г. при его непосредственном участии мелкомасштабная карта нефтегазоносных бассейнов земного шара отражает наиболее важные закономерности размещения запасов нефти и газа.



И.О. Брод – заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ в 1945–1962 гг.

* Ответственный автор: Антонина Васильевна Ступакова
e-mail: a.stupakova@oilmsu.ru

© 2022 Коллектив авторов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Третьей крупнейшей заслугой И.О. Брода является создание классификаций и определений нефтегазовых территорий, нефтяных и газовых скоплений и их элементов. Предлагаемые им решения геологических задач, как правило, отличались системным подходом, простотой и включением в анализ законов формальной логики. Н.А. Ерёмченко пишет: «И.О. Брод был нужен науке хотя бы для того, чтобы разобрать кучу научных положений, иногда заблуждений и просто безграмотных высказываний. И он оказался на месте». Д.В. Несмеянов подтверждает, что во всей мировой геологической литературе лишь в работах И.О. Брода приведены в единую взаимосвязанную систему такие понятия, как природный резервуар, ловушка, залежь, месторождение, зона нефтегазонакоплений, нефтегазоносный бассейн, провинция и нефтегазоносный пояс, составляющий собой стройный таксономический ряд. При этом он впервые сформулировал и обосновал развернутые определения таких понятий, как природный резервуар, ловушка, залежь и месторождение, которые он употреблял строго однозначно. Классификация залежей углеводородов, разработанная И.О. Бродом, вошла во многие учебники и справочники по геологии нефти и газа и признана геологами-нефтяниками многих стран мира (Ермолкин и др., 2002).

Николай Брониславович Вассоевич родился в 1902 году в Ростове на Дону в семье служащего, окончил реальное училище во Владикавказе, а затем в 1924 году Ленинградский горный институт. Работал геологом в Ленинграде, в Тбилиси, Баку, в Фергане и других регионах страны. Прекрасный знаток флишевых формаций, создал учение о возможности генерировать углеводороды осадочными толщами пород в определенных термобарических условиях, которое получило впоследствии название «теория органического происхождения нефти».

Осадочно-миграционная теория происхождения нефти и газа. Возглавив в 1963 г. кафедру геологии и геохимии горючих ископаемых на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, Н.Б. Вассоевич с головой ушел в работу над проблемой происхождения нефти и изучения органического вещества осадочных пород. Взяв за основу учение И.О. Брода о нефтегазоносных бассейнах и процессах в них протекающих, Н.Б. Вассоевич показал, что в условиях прогибания осадочного бассейна при определенных температурах и давлении из органического вещества пород начинают образовываться углеводороды. Итогом этой работы стала знаменитая статья, написанная коллективом авторов под руководством Н.Б. Вассоевича, «Главная фаза нефтеобразования» (Вестник МГУ, серия геол., 1969), в которой впервые получила обоснование идея приуроченности генерации нефтяных УВ к определенной стадии постседиментационных преобразований осадочных толщ, а именно, к начальной стадии мезокатагенеза. Стадии постседиментационной преобразованности осадочных пород были разработаны Н.Б. Вассоевичем совместно с научной школой геологов-угольщиков, которые вместе долгие годы работают на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых. Как пишут А.И. Конюхов и А.Х. Богомолов «хотя термин катагенез был предложен в 1922 г. академиком Ферсманом (1883–1945 гг.), именно Н.Б. Вассоевич ввел его в широкое обращение, применив

для определения конкретной стадии генерации нефтяных углеводородов шкалу, разработанную геологами-угольщиками. Эта шкала основана на марках угля, которые сменяют друг друга на разных глубинах в условиях постепенного повышения температуры и геостатического давления, что позволяет оценить степень трансформации мацералов углей в недрах осадочно-породных бассейнов» (Конюхов, Богомолов, 2017).

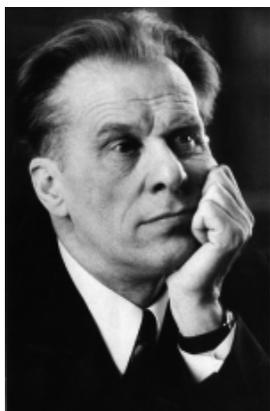
В последующие годы на базе представлений о главной фазе нефтеобразования, Н.Б. Вассоевич разработал осадочно-миграционную теорию происхождения нефти, которая включала не только положения о разных типах нефтепроизводящих отложений и стадиях преобразования органического вещества, но также и знания о микронепти и возможности ее перехода из нефтематеринской толщи в природный резервуар. Н.Б. Вассоевич потратил много энергии и сил на отстаивание органической теории происхождения нефти. На проводившихся по его инициативе семинарах «Органическое вещество и происхождение нефти» он выступал с яркими и пылкими речами против Н.А. Кудрявцева и В.Б. Порфирьева, сторонников неорганического генезиса нефти, сокрушая их концепцию неопровержимыми аргументами. Посмотреть на это действо собиралось много людей. Аудитория 611 была забита до отказа. Материалы лучших докладов издавались в сборниках, посвященных работе семинаров, благодаря чему их значение год от года возрастало.

Игорь Владимирович Высоцкий родился в 1912 году в Рязани, в семье профессора Московского института инженеров транспорта. В 1934 году окончил геологоразведочный факультет Московского нефтяного института имени И.М. Губкина, работал в Восточной Сибири, в Урало-Поволжье, являясь директором Центральной научно-исследовательской лаборатории Эмбанефть, главным геологом советско-румынского нефтяного общества «Соврумнефть», изучая геологию не только территории страны, но и многие зарубежные нефтегазоносные бассейны. Свои знания крупный производственник, заслуженный геолог РСФСР, обладатель Сталинской премии 1949 года за открытие Арчединского газового месторождения нес в университеты, преподавая сначала в Институте нефти и газа имени И.М. Губкина, а затем присоединившись к научной школе МГУ имени М.В. Ломоносова.

Геология природного газа и анализ мировых ресурсов нефти и газа. Игорь Владимирович Высоцкий подметил ряд особенностей нефтегазоносных бассейнов, благоприятных для формирования газовых месторождений. Это было начало отдельного прогноза нефти и газа, который определял стратегию развития нефтегазовой отрасли страны. Изучив морфологию и структуру газовых залежей, И.В. Высоцкий создал классификацию газоносных



Н.Б. Вассоевич – заведующий кафедрой геологии и геохимии геологического факультета МГУ в 1963–1981 гг.



И.В. Высоккий

и газонефтеносных бассейнов с присущим им типом месторождений. Понимание особенностей формирования и строения газовых скоплений углеводородов легло в основу монографии «Крупнейшие газовые и газоконденсатные месторождения мира», изданной в 1973 году, где автор описал все крупные газовые открытия в мире и показал критерии, по которым их можно прогнозировать.

Разработанная классификация месторождений нефти и газа положила начало работам по оценке запасов нефти и газа и анализу мировой добычи углеводородов. Это огромная аналитическая работа, которая определяет стратегию развития страны в области энергетического сектора экономики. И.В. Высоккий понимал ее важность и один из первых взялся за сравнительный анализ запасов и добычи нефти и газа по странам мира западного и восточного полушария. В 50-ые годы прошлого столетия И.В. Высоккий предсказал роль стран Южной и Центральной Америки, главным образом Венесуэлы, Мексики, Бразилии в мировом энергетическом балансе.

Учение И.В. Высоккого о природных газах включает такие положения, которые приобретают все большую актуальность с течением времени в зависимости от задач отрасли. Так, например, И.В. Высоккий систематизировал в рамках нефтегазосносного бассейна процессы газообразования углекислого и углеводородного газов, которые неразрывно связаны между собой. Теоретические положения геологии природного газа свидетельствуют, что в осадочном бассейне происходит определенная закономерность смены углекислых газов на углекисло-углеводородные и чисто углеводородные (Высоккий, 1954). Подобная тенденция смены состава газов была прослежена на структурах предгорных прогибов складчатых систем, в горах и предгорьях Памира, Тянь-Шаня, Копет-Дага, Кавказа, Карпат, Альп, Апеннин, Кордильер и других регионов, а также островов Океании. Эти исследования становятся актуальными и в настоящее время, в связи с декарбонизацией нашей атмосферы и вопросов, связанных с улавливанием и захоронением углекислого газа.

Работая в 30-ые годы на промыслах «Эмбанефть» в солеродных бассейнах севера Прикаспийской впадины И.В. Высоккий изучал те проблемы, которые стоят перед нефтегазовой промышленностью и сегодня. Это влияние солёности вод на качество пласта и выбор раствора при бурении. В настоящее время особенности качества пластовых вод и их гидродинамическое воздействие на породу до конца не изучены и требуют тщательного моделирования на всех промыслах, где отмечается высокая солёность пластовых вод.

Развитие научных школ, созданных выдающимися учеными. Выдающиеся ученые, геологи нефти и газа, чей юбилей мы чтим в этом году, заложили научную школу,

которая получила свое развитие в стенах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Учение о нефтегазосносных бассейнах легло в основу бассейнового анализа, который объединяет в себе все процессы формирования залежей углеводородов с учетом накопленных знаний и нового фактического материала (рис. 1). Вместе с современными осадочными бассейнами в МГУ имени М.В. Ломоносова активно реконструируют процессы формирования нефтегазосносных бассейнов и залежей нефти и газа в геологическом прошлом в рамках проекта «Палеобассейны». Результатом этой работы явилась технология определения взаимосвязанности всех критериев, определяющих нефтегазосносность территорий, а также получены уникальные материалы, иллюстрирующие взаимоотношение всех нефтегазосносных регионов РФ. Изучение палеобассейнов позволило оценить роль переформирования древних залежей в течение геологического времени и найти решение для прогноза залежей углеводородов в древних толщах, особенно там, где образование залежей нефти и газа происходило в несколько этапов.

Процессы переформирования некогда единых крупных скоплений недооценены при моделировании месторождений и залежей. Они встречаются во многих бассейнах, которые претерпели структурные перестройки. Периоды структурных перестроек активизировали процессы миграции углеводородов из древних залежей. Однако резервуар, обладавший первоначально емкостно-пустотным пространством, в силу вторичных литологических процессов начинал выполнять роль флюидоупра, запечатывая залежь в литологических ловушках. Данный процесс мог повторяться неоднократно на протяжении фанерозойской истории развития бассейна, разобщая некогда единую крупную антиклинальную залежь на более мелкие сегменты. Такие процессы смоделированы в Енисей-Хатангском бассейне, в Восточной Сибири, в рифейских толщах Восточно-Европейской платформы, в Предкавказье.

Осадочно-миграционная теория происхождения нефти получила свое развитие в современном изучении

Формирование углеводородов

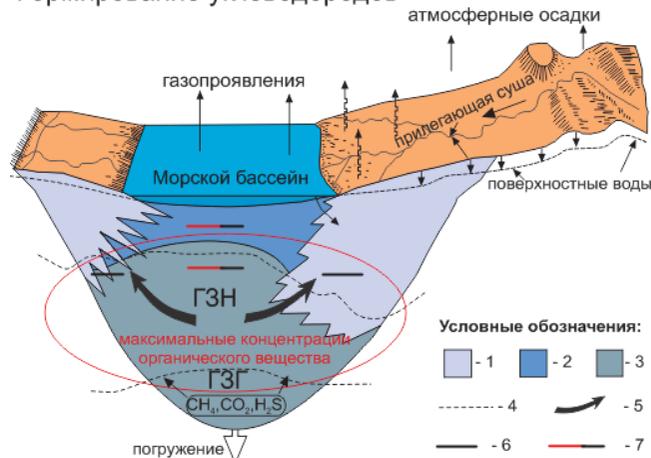


Рис. 1. 1 – области аккумуляции УВ за счет латеральной миграции; 2 – области аккумуляции УВ за счет вертикальной миграции; 3 – очаг нефтегазообразования; 4 – границы зон нефтегазообразования; 5 – миграция флюидов; 6 – нефтяные скопления; 7 – нефтегазовые скопления.

состояния и свойств органического вещества, меняющихся в диагенезе. Это учение оказалось незаменимым для понимания особенностей нефтегазоносности высокоуглеродистых формаций (ВУФ), которые часто называют «сланцевыми». Условие максимальной концентрации органического вещества не в приподнятых зонах, а, напротив, в наиболее погруженных зонах осадочного бассейна, делает принципиально отличным методы поисков традиционных скоплений от скоплений сланцевой нефти. Высокоуглеродистая формация помимо того, что является высокопродуктивной нефтематеринской толщей, сама содержит значительное количество углеводородов. Это дает право рассматривать высокоуглеродистую толщу как единый резервуар углеводородов, из которого часть углеводородов ушли и мигрировали в структурные ловушки, а большая часть осталась и представляет собой недоразведанные ресурсы.

Особенности преобразования органического вещества и минеральной матрицы пород ВУФ позволили сформировать модель порового пространства и описать степень открытости и сообщаемости пор и поведение в нем флюида. Модель пустотного пространства ВУФ и состав углеводородных соединений увязаны с учением о нефтегазоносных бассейнах и главной фазой нефтеобразования. Стадия катагенеза согласно осадочно-миграционной теории происхождения нефти приобретает решающее значение для прогноза пустотного пространства сланцевых толщ (рис. 2).

Комплексное использование новых нестандартных геохимических методов позволяет проводить эксперименты по натурному моделированию процесса генерации углеводородов из органического вещества. Над этой работой в МГУ имени М.В. Ломоносова трудится междисциплинарный коллектив геологов, химиков, математиков и физиков. Практическая значимость результатов таких исследований натурного моделирования очень разнообразна: это и оценка доизвлекаемых термическими методами ресурсов, и возможность проследить изменения состава генерируемой нефти в зависимости от катагенетической

зрелости пород, и оценка генерационных возможностей органического вещества «нетипичных» нефтематеринских пород, например, углей.

Отдельно отметим то, что благодаря проводимым исследованиям деструкции органического вещества для ряда нефтегазоносных бассейнов удалось разработать методику и восстановить двухкомпонентный (то есть с разделением на нефть и газ) кинетический спектр деструкции органического вещества. Это очень важное достижение, т.к. при геолого-геохимическом моделировании именно от заложенного в модель кинетического спектра зависит фазовый состав прогнозируемых залежей, а также время начала, пика и конца генерации нефтегазоматеринской толщей нефти и газа.

Геология природного газа. Геология природного газа в стенах Московского государственного университета получает свое развитие по нескольким направлениям. Это и традиционное изучение угольного метана, в рамках которого профессором М.В. Голицыным были выработаны критерии оценки метаносности объектов различного масштаба (от угольных бассейнов до отдельных структур). Это и определение генезиса газов методом изотопного анализа. В последнее время все большую актуальность набирает анализ состава газов, их сепарации и разделения углеводородных и углекислых газов. В связи с намеченной декарбонатизацией отрасли учение о ловушках и природных резервуарах, в которых может храниться газ длительное время, имеет высокую актуальность. Опыт работы с природными объектами такого типа был получен еще при изучении и типизации газовых месторождений. Программа комплексного подхода к анализу свойств природных объектов, а также процессам, меняющим эти свойства, активно разрабатывается коллективом геологов, химиков и физиков Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Емкость природного резервуара, в котором может храниться газ длительное время, складывается из структурной емкости ловушки, геомеханической деформации пористой/трещиноватой среды (расширение пор или трещин за счет увеличения напряжения). При этом важную роль играют термо-барические процессы, которые укладываются в учение о нефтегазоносных бассейнах и процессах в них происходящих.

Важным продолжением исследования природных газов является и понимание структурно-тектонических особенностей строения бассейна, особенно его древних толщ, в которых происходят флюидодинамические процессы образования и трансформации углеводородов. Раздельный фазовый прогноз формирования нефти и газа, который необходим в любом регионе, где ведутся поисково-разведочные работы, основан как на бассейновом анализе, так и на понимании осадочно-миграционных процессов в его пределах. Глубокие прогибы, в том числе оконтуренные и по древним толщам, которые часто относят к складчато-метаморфизованному основанию бассейна, наиболее благоприятны для формирования газовых скоплений. В бортовых структурах или на приподнятых тектонических блоках древнего заложения следует ожидать нефтяные скопления (рис. 3).

Помимо того, что все заложенные в МГУ имени М.В. Ломоносова научные школы развиваются, они

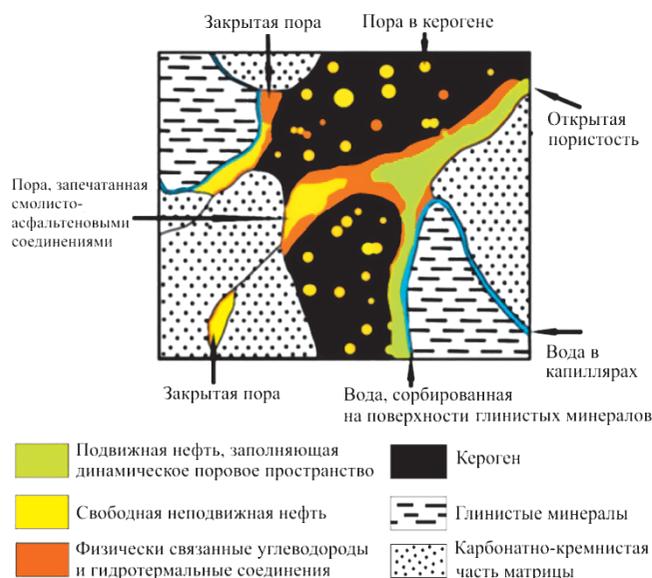


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая строение пустотного пространства высокоуглеродистых формаций (Калмыков Г.А., 2017)

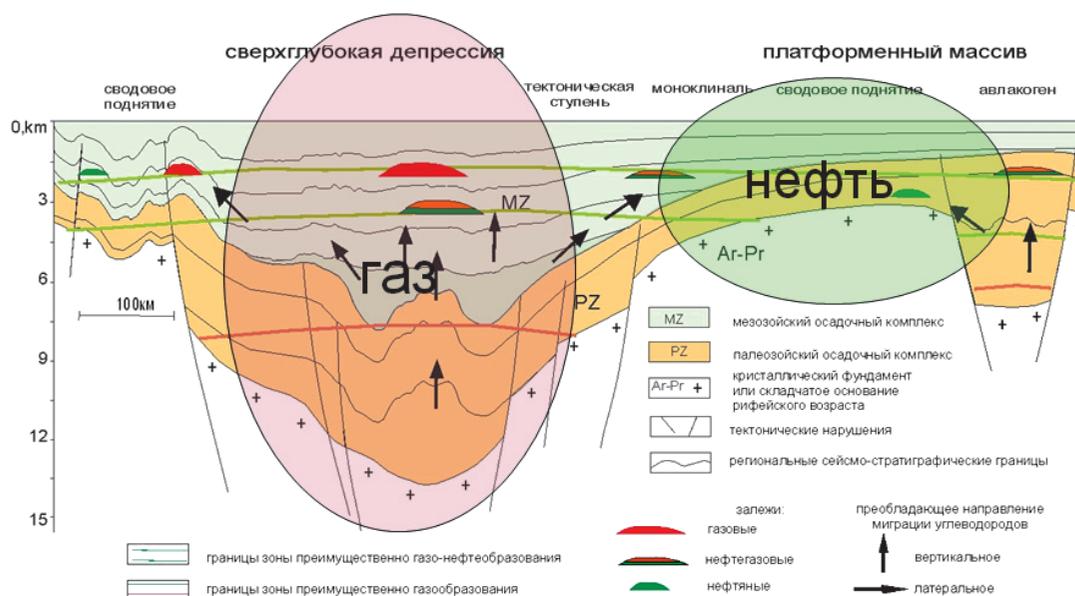


Рис. 3. Модель строения осадочного бассейна для раздельного прогноза нефти и газа

являются основой для создания цифровых технологий. В первую очередь, собранная обширная геологическая основа является справочной информацией для любых работ по поиску и разведке углеводородов. Она структурируется, систематизируется и автоматизируется для перевода ее в цифровой формат и быстрой оценки эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ.

Литература

- Высоцкий И.В. (1954). Некоторые вопросы геологии природного газа. *Нефтяное хозяйство*, Сентябрь, с. 45–55.
- Ермолкин В.И., Самсонов Ю.В., Высоцкий И.В. (2002). Профессор Игнатий Осипович Брод (1902–1962). М: Нефть и газ, 44 с.
- Конюхов А.И., Богомолов А.Х. (2017). И.О. Брод, Н.Б. Вассоевич, А.К.Матвеев, основоположники кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых. *Георесурсы*, Спецвыпуск Ч.1, с. 4–7.
- Несмеянов Д.В. (2017). И.О. Брод и вопросы тектоники. *Георесурсы*, Спецвыпуск Ч.1, с. 100–110.

Сведения об авторах

Антонина Васильевна Ступакова – доктор геол.-мин. наук, профессор, заведующий кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Евгения Емельяновна Карнюшина – доктор геол.-мин. наук, профессор кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

Александр Иванович Конюхов – доктор геол.-мин. наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Статья поступила в редакцию 16.03.2022;
Принята к публикации 17.03.2022; Опубликована 16.05.2022

IN ENGLISH

PERSONALIA

To the anniversaries of the outstanding scientists who laid the foundation for the oil and gas geology – I.O. Brod, N.B. Vassoevich and I.V. Vysotsky

*A.V. Stoupakova**, *E.E. Karnyushina*, *A.I. Konyukhov*

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

*Corresponding author: *Antonina V. Stoupakova*, e-mail: *a.stoupakova@oilmsu.ru*

Abstract. The article is devoted to the anniversaries of the outstanding scientists who laid the foundation for the oil and gas geology – I.O. Brod, N.B. Vassoevich and I.V. Vysotsky.

References

- Ermolkin V.I., Samsonov Yu.V., Vysotskiy I.V. (2002). Professor Ignatiy Osipovich Brod (1902–1962). Moscow: Neft i gaz, 44 p. (In Russ.)
- Konyukhov A.I., Bogomolov A.Kh. (2017). Founders of the Petroleum Geology Department (Lomonosov Moscow State University). *Georesursy = Georesources*, Special Issue, pp. 4–7. (In Russ.)
- Nesmeyanov D.V. (2017). I.O. Brod and the Issues of Tectonics. *Georesursy = Georesources*, Special Issue, pp. 8–11. (In Russ.)
- Vysotskiy I.V. (1954). Some issues of natural gas geology. *Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry*, September, pp. 45–55. (In Russ.)

About the Authors

Antonina V. Stoupakova – DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Head of the Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Evgeniya E. Karnyushina – DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

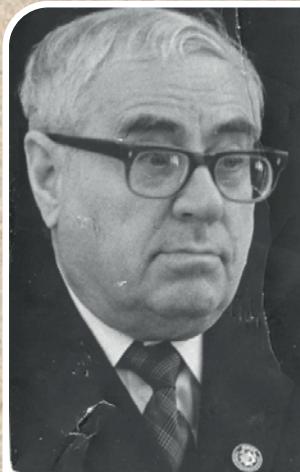
Aleksandr I. Konyukhov – DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

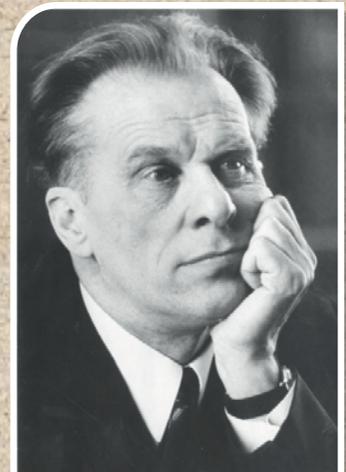
Manuscript received 16 March 2022;
Accepted 17 March 2022; Published 16 May 2022



И.О.Брод



Н.Б.Вассоевич



И.В.Высоцкий



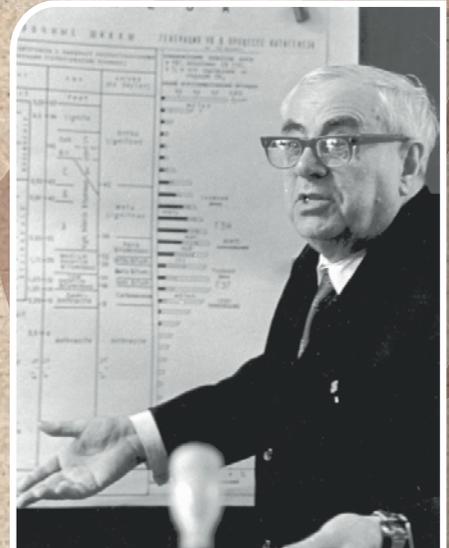
Н.Б.Вассоевич и А.Н.Гусева



И.В.Высоцкий



Н.Б.Вассоевич



Н.Б.Вассоевич докладывает о стадийности преобразования ОВ относительно глубины залегания



И.О.Брод



Н.Б.Вассоевич



И.В.Высоцкий и Б.А.Соколов



Ю.А.Пряхина и И.В.Высоцкий



И.О.Брод



Н.Б.Вассоевич



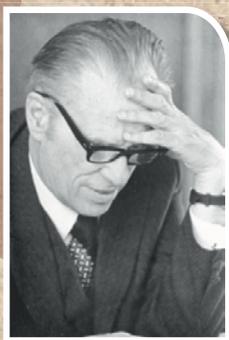
И.В.Высоцкий



И.О.Брод



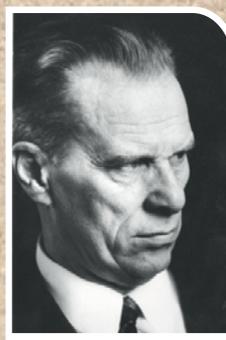
Н.Б.Вассоевич



И.В.Высоцкий



И.О.Брод



И.В.Высоцкий