

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/11_2020

УДК 552.578.061.32:551.762(571.121)

Сафронов П.И., Дешин А.А.Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, SafronovPI@ipgg.sbras.ru, DeshinAA@ipgg.sbras.ru

ИСТОРИЯ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЮРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОИЗВОДЯЩИХ ТОЛЩАХ БОЛЬШЕХЕТСКОЙ МЕГАСИНЕКЛИЗЫ

Методом историко-геологического моделирования восстановлена динамика генерации углеводородов юрскими нефтегазопроизводящими толщами Большехетской мегасинеклизы. Приведены карты времен погружения и выхода нефтегазопроизводящих толщ из главной зоны нефтеобразования. Оценены масштабы генерации жидких и газообразных углеводородов. Интенсивные процессы нефтегазообразования в юрских нефтегазопроизводящих толщах начались 110-100 млн. лет назад. Максимум интенсивности генерации приходится на период 65-55 млн. лет назад.

***Ключевые слова:** историко-геологическое моделирование, бассейновое моделирование, генерация углеводородов, юрские нефтегазопроизводящие толщи, Большехетская мегасинеклиза.*

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция (ЗСНГП) является одним из главных регионов добычи нефти и газа Российской Федерации. Большая часть известных геологических запасов углеводородов севера провинции сосредоточена в меловой части мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Повышение эффективности геологоразведочных работ в глубокопогруженных комплексах нижней и средней юры можно добиться применением методов историко-геологического моделирования процессов генерации углеводородов.

С точки зрения осадочно-миграционной теории происхождения углеводородов ЗСНГП представляет собой сочетание крупных зон нефтегазообразования и нефтегазонакопления. В качестве первых выступают мегасинеклизы и мегавпадины. Роль вторых выполняют крупные положительные структуры. Основными источниками углеводородов являются регионально выдержанные нефтегазопроизводящие толщи (НГПТ). Очагом нефтегазообразования принято считать часть осадочного чехла, представленную одной или несколькими НГПТ, в которых протекали и (или) протекают интенсивные процессы генерации углеводородов. Одним из значимых объектов прироста запасов является Большехетский очаг нефтегазообразования, приуроченный к одноименной мегасинеклизе юрского структурного яруса ЗСНГП, и окаймляющие его зоны нефте- и газонакопления.

Существенными для оценки перспектив нефтегазоносности характеристиками процесса

нафтидогенеза являются время погружения и длительность нахождения НППТ в условия главной зоны нефтеобразования (ГЗН), динамика генерации жидких и газообразных углеводородов. Исследование направлено на оценку масштабов генерации углеводородов в юрских НППТ Большехетской мегасинеклизы.

Методы историко-геологического моделирования применялись для восстановления истории генерации углеводородов на территории северных районов Западной Сибири [Schaefer et al., 1999; Малышева и др., 2011, 2012; Конторович и др., 2013а; Богданов и др., 2017; Дешин, Сафронов, Бурштейн, 2017; Safronov, Deshin, Burshtein, 2018, Deshin, Safronov, Burshtein, 2018], Енисей-Хатангского регионального прогиба [Сафронов и др., 2011], Усть-Тымской мегавпадины [Локтионова и др., 2019].

Статья является продолжением серии работ, посвященной применению методов историко-геологической реконструкции процессов нафтидогенеза на территории ЗСНГП, выполненных в ИНГГ СО РАН [Сафронов и др., 2010; Конторович и др., 2013а; Дешин, Сафронов, Бурштейн, 2017; Safronov, Deshin, Burshtein, 2018; Deshin, Safronov, Burshtein, 2018].

Методика исследования и характеристики модели

Последовательность выполнения историко-геологических реконструкций процессов формирования осадочного чехла и образования углеводородов отражена в большом числе публикаций ([Вассоевич и др., 1971, 1975; Tissot, Welte, 1984; Applied petroleum geochemistry, 1993; Welte, Horsfield, Baker, 1997; Makhous, Galushkin, 2005; Оценка потенциальных ресурсов..., 2006; Галушкин, 2007; Hantschel, Kauerauf, 2009] и др.). Ниже рассмотрены основные характеристики конкретной модели.

Территория исследования приурочена к Большехетской мегасинеклизе – отрицательной надпорядковой структуре, выделяемой в юрском тектоническом ярусе ЗСНГП [Конторович и др., 2001]. Мегасинеклиза на севере граничит с Мессояхской наклонной грядой, на юго-западе – Медвежье-Нугинским наклонным мегавалом, на юго-востоке – Часельским наклонным валом (рис. 1).

Моделирование выполнено в программно-методическом комплексе Temis Flow. Размер изучаемого полигона составил 480430 км. Структурно-литологическая модель включает 20 слоев, которым присвоены карты распространения литотипов осадочных пород. Используются 5 литотипов из стандартных библиотек Temis Flow, характеризующих ряд постепенного перехода от преимущественно глинистых пород к преимущественно песчаным. Сверху модель ограничена структурной картой современного рельефа, снизу - осадочной части триасовых пород.

Калибровка тепловой истории пород выполнена на основе замеров отражательной способности витринита в скважинах и карты катагенеза органического вещества (ОВ) в кровле юрских пород [Kontorovich, Fomin, Istomin, 2009; Фомин, 2011]. Тепловой поток через основание осадочного чехла принимался постоянным во времени.

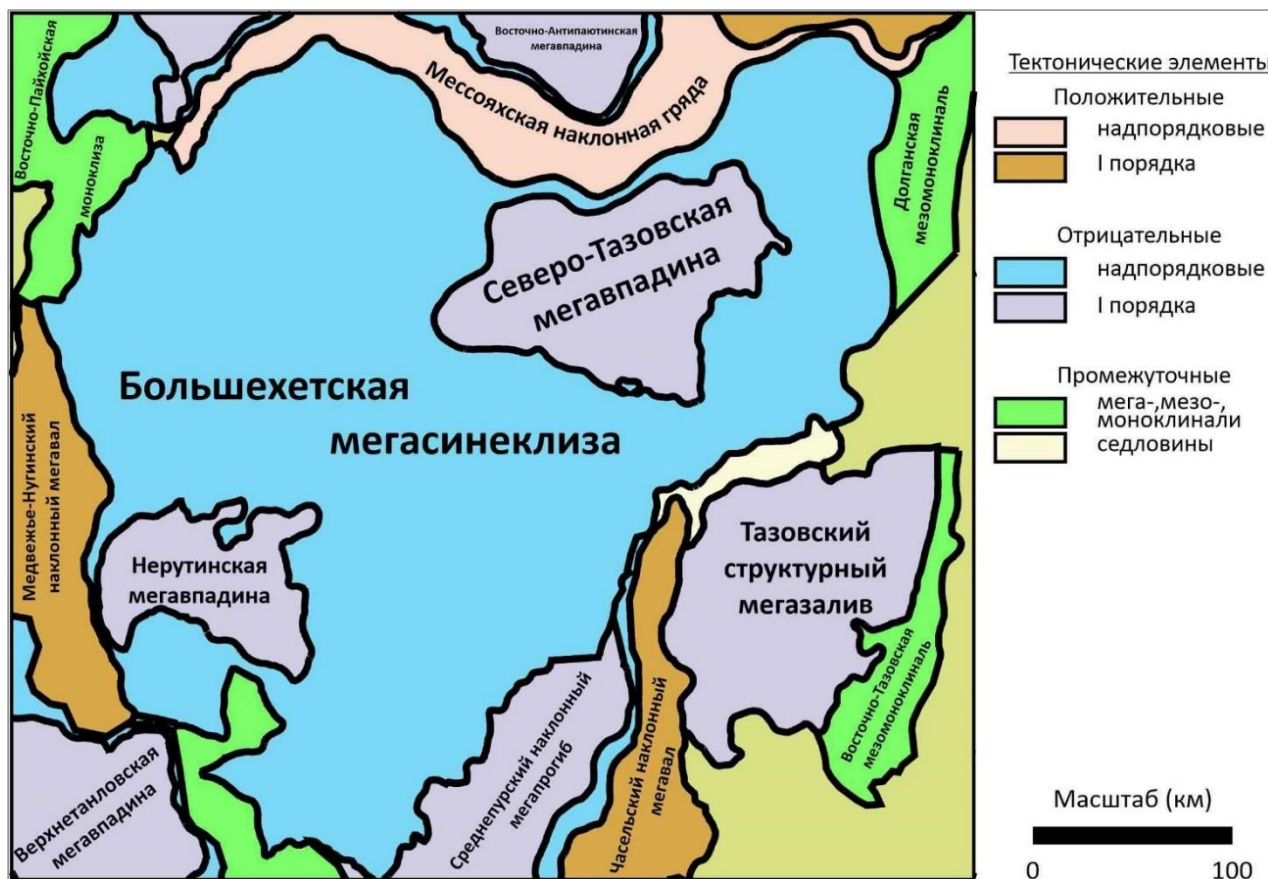


Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты мезозойско-кайнозойского осадочного чехла территории исследования ([Конторович и др., 2001] с изменениями)

Нефтегазопроизводящие толщи – преимущественно глинистые осадочные породы с повышенным содержанием ОВ, в которых в процессе погружения и прогрева протекали (протекают) интенсивные процессы образования углеводородов. На территории исследования в отложениях нижней юры в качестве нефтегазогенерирующих толщ рассматривались левинская и китербютская свиты, ОВ которых имеет смешанную природу. По разным оценкам доля аквагенной компоненты может составлять от 50 до 75% [Конторович и др., 2013б; Бостриков, Ларичев, Фомичев, 2011]. На основе данных о содержании и характеристиках рассеянного ОВ, а также данных о вещественном составе пород в нижнеюрском комплексе выделены газогенерирующие: левинский и китербютский. Нижнеюрские газогенерирующие комплексы содержат керогены IV (левинская свита) и III (китербютская свита) типов.

В среднеюрском комплексе пород выделены лайдинский и малышевский, которые содержат кероген IV типа и смесь II и III типов керогена соответственно. По причине слабой

изученности леонтьевской НГПТ, она рассматривалась как составная часть мальшевской НГПТ.

В качестве верхнеюрской нефтегазогенерирующей толщи на территории исследования выступают насыщенная аквагенным и террагенным (с преобладанием первого) ОВ верхняя часть яновстанской, верхняя часть гольчихинской и баженовская свиты. При моделировании принималось, что породы баженовского горизонта содержат смесь II и III типов керогена.

Восстановление тепловой истории отложений позволило оценить степень трансформации рассеянного ОВ и восстановить исходные концентрации содержания органического углерода в аргиллитах и глинах нефтегазопроизводящих комплексов на начало катагенеза.

Химико-кинетические параметры органического вещества. Для расчетов динамики генерации углеводородов использованы модифицированные керогены II, III и IV типов из стандартных библиотек Temis Flow [Сафронов и др., 2010]. Изменения в кинетические характеристики керогенов вносились на основе накопленных в ИНГГ СО РАН геохимических данных (содержание органического углерода в породах, значения водородного индекса и температуры максимального выхода углеводородов и др.) [Филипцов и др., 1999; Ларичев и др., 2003; Филипцов и др., 2006; Гончаров и др., 2009; Фомин и др., 2010; Бостриков, Ларичев, Фомичев, 2011; Ким, Родченко, 2013; Конторович и др., 2013б; Родченко, 2016] и современных представлений о кинетических характеристиках (распределении значений водородного индекса по энергиям активации, значение начального водородного индекса) ОВ юрских НГПТ.

В рамках современных представлений об интенсивности образования углеводородов в разрезе осадочного чехла принято выделять ГЗН [Конторович, Парпарова, Трушков, 1967], границы которой соответствуют значениям отражательной способности витринита (R_{vt}^0). Динамика процессов генерации нефти и газа зависит от типа ОВ. Часть НГПТ содержит ОВ смешанного состава, поэтому граничными значениями погружения и выхода пород из ГЗН в рамках исследования принимаются значения 0,65% и 1,15% отражательной способности витринита соответственно.

После калибровки тепловой истории пород рассчитаны начальные содержания органического углерода в НГПТ, а затем восстановлена история генерации углеводородов.

Результаты: история генерации углеводородов

Породы левинской НГПТ начали погружаться в ГЗН 150 млн. лет назад, а примерно 120 млн. лет назад практически на всей территории мегасинеклизы протекали интенсивные процессы нефтегазобразования (рис. 2). Выход пород из ГЗН начался около 100 млн. лет назад

в северной части мегасинеклизы (рис. 3). В среднем породы НГПТ в условиях ГЗН находились 47 млн. лет.

Интенсивные процессы газообразования в породах НГПТ возникли 130 млн. лет назад вдоль Мессояхской наклонной гряды и протекали относительно равномерно. Падение объемов генерации газа произошло 65 млн. лет назад. Генерации жидких углеводородов так же возникло 130 млн. лет назад, но уже 95 млн. лет назад начался значительный спад.

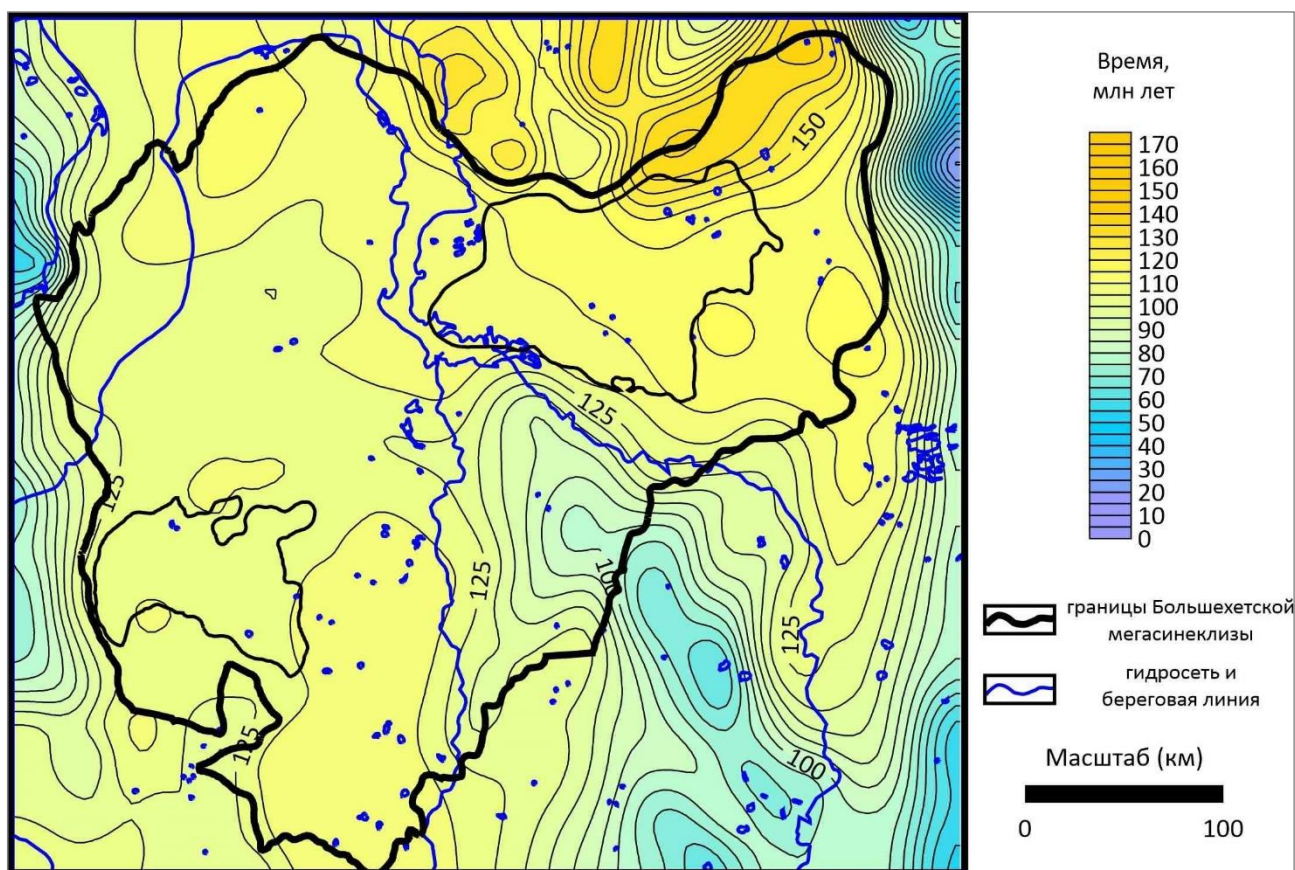


Рис. 2. Схематическая карта времени погружения левинской нефтегазопроизводящей толщи в главную зону нефтеобразования

Суммарно ОВ НГПТ образовано 176 млрд. м³ газообразных и 23 млн. т жидких углеводородов. Наиболее интенсивно процессы нефтегазообразования протекали вдоль Мессояхской наклонной гряды (рис. 4-5).

Породы китербютской НГПТ начали погружаться в условия ГЗН 140-130 млн. лет назад. Выход пород из ГЗН произошел 120-110 млн. лет назад в северной и 80 млн. лет назад в южных частях мегасинеклизы (рис. 6-7). В среднем на территории мегасинеклизы в ГЗН породы НГПТ находились 50 млн. лет.

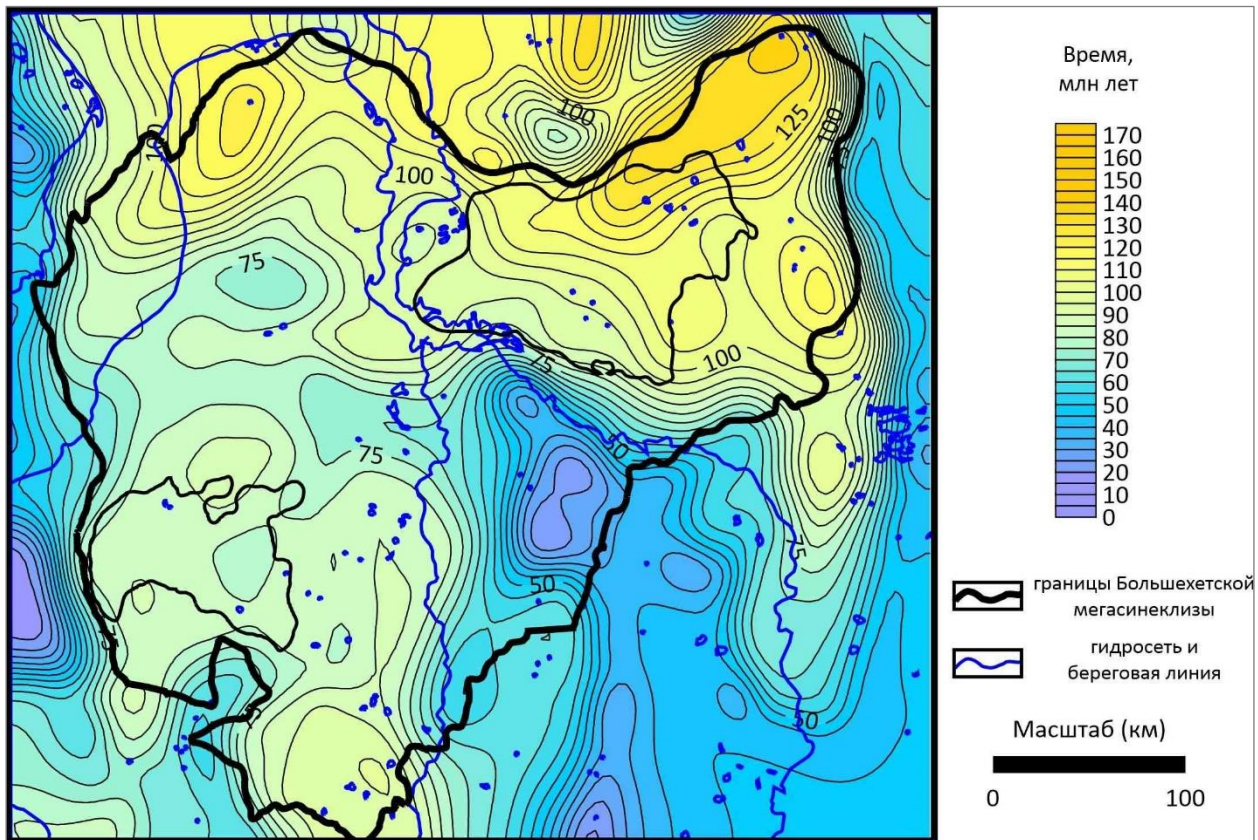


Рис. 3. Схематическая карта времени выхода левинской нефтегазопроизводящей толщи из главной зоны нефтеобразования

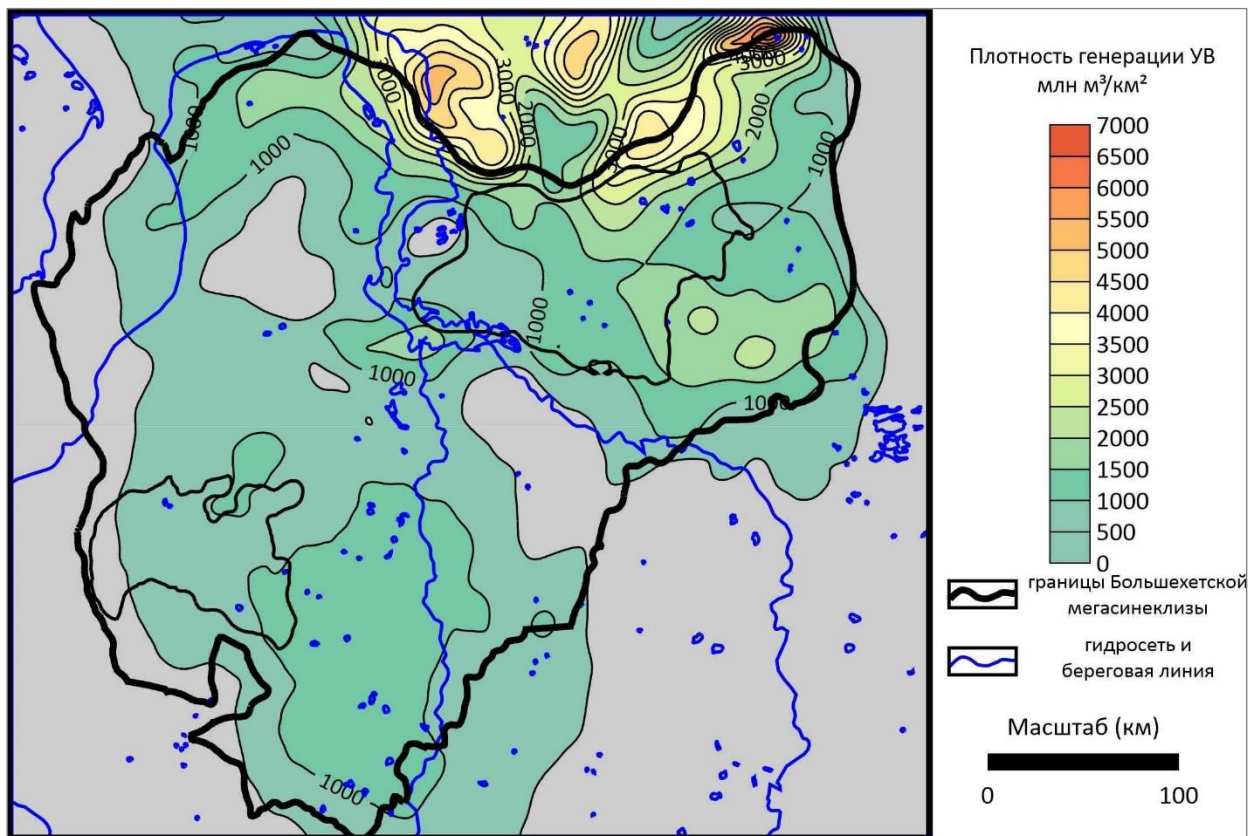


Рис. 4. Схематическая карта масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом левинской нефтегазопроизводящей толщи

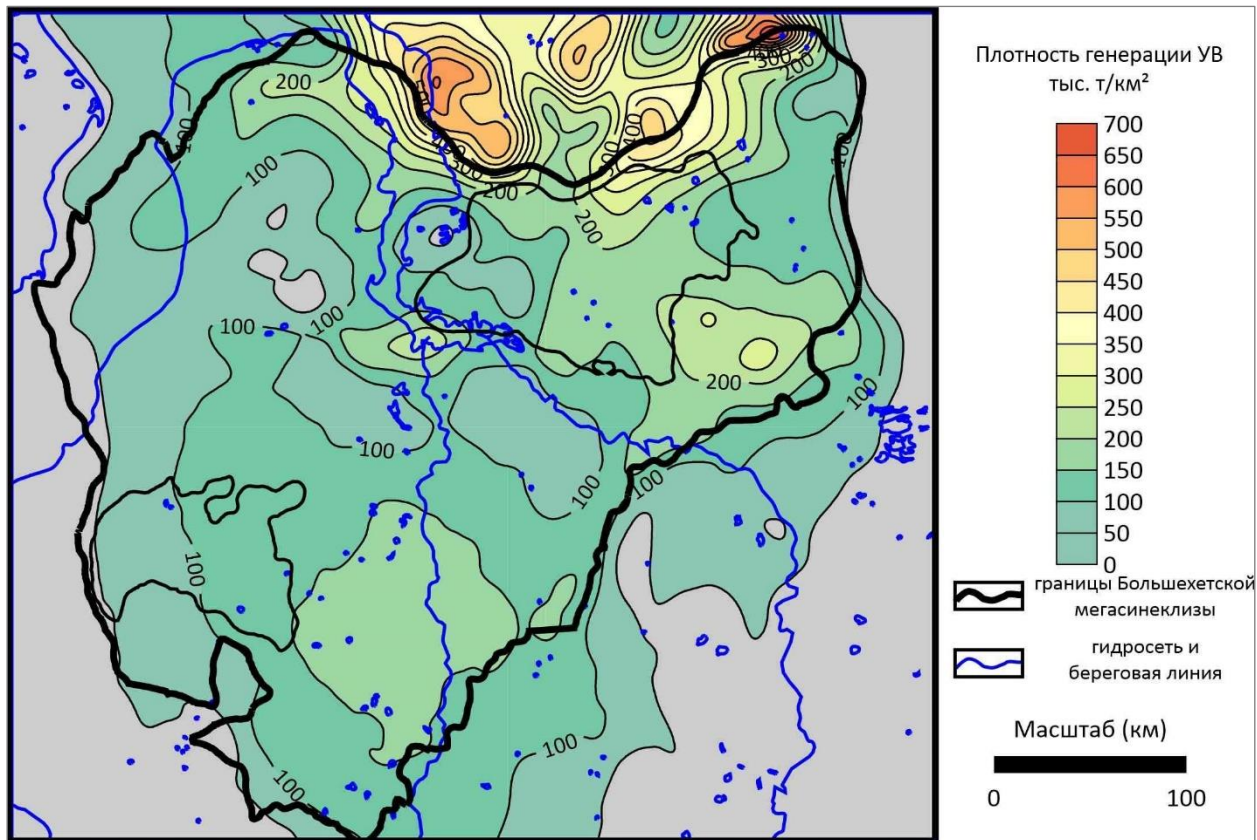


Рис. 5. Схематическая карта масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом левинской нефтегазопроизводящей толщи

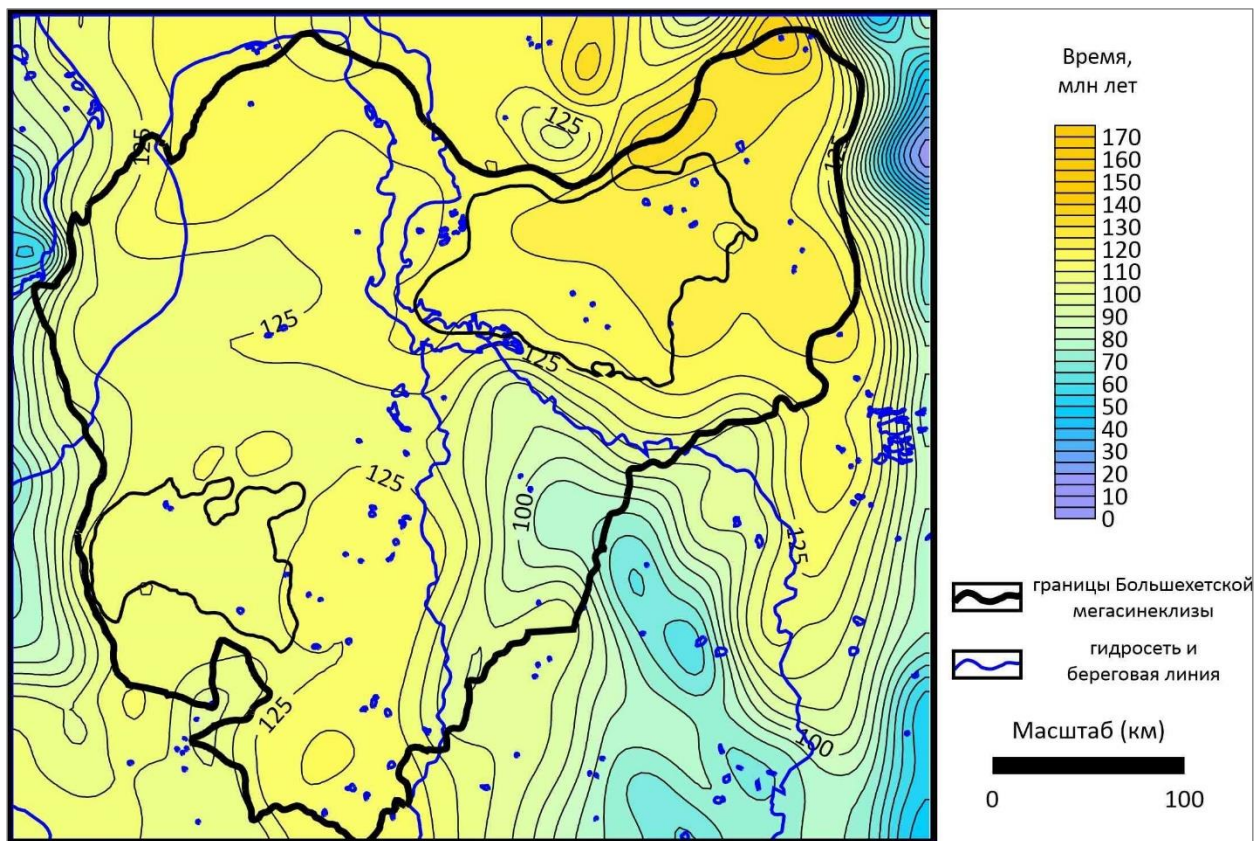


Рис. 6. Схематическая карта времени погружения китербыутской нефтегазопроизводящей толщи в главную зону нефтеобразования

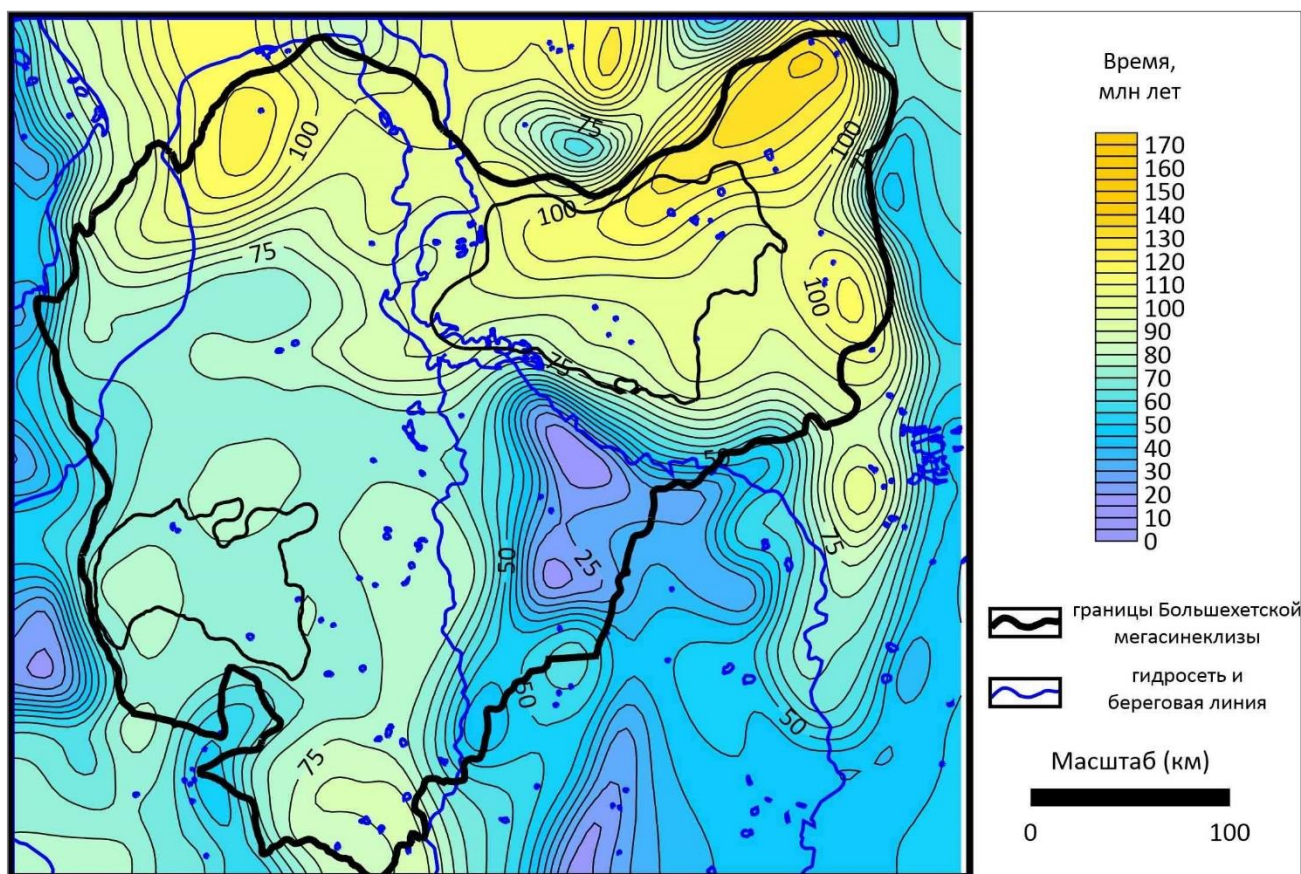


Рис. 7. Схематическая карта времени выхода китербютской нефтегазопроизводящей толщи из главной зоны нефтеобразования

Интенсивные процессы нефтегазообразования в породах НГПТ начались 115-110 млн. лет назад и протекали в основном вдоль Мессояхской наклонной гряды (рис. 8-9). В целом генерация газообразных углеводородов запаздывала по сравнению с генерацией жидких. Общий спад интенсивности новообразования нефти и газа произошел 60 млн. лет назад. Суммарно ОВ НГПТ образовано 255 млрд. м³ газа и 242 млн. т нефти.

Породы **лайдинской НГПТ** начали погружаться в ГЗН 135-130 млн. лет назад в северной, 110-100 млн. лет назад в восточной части мегасинеклизы (рис. 10). Выход пород из ГЗН произошел там же 100 млн. лет назад. При этом в южной части мегасинеклизы процесс возник лишь 60 млн. лет назад (рис. 11). Средняя длительной пребывания пород в ГЗН составила 53 млн. лет.

Наиболее интенсивно процессы нефтегазообразования так же протекали вдоль Мессояхской наклонной гряды (рис. 12-13). Интенсивные процессы нефтегазообразования начались 110-100 млн. лет назад, замедление темпов произошло 60-50 млн. лет назад. Суммарно ОВ НГПТ образовано 216 млрд. м³ газообразных и 35 млн. т жидких углеводородов.

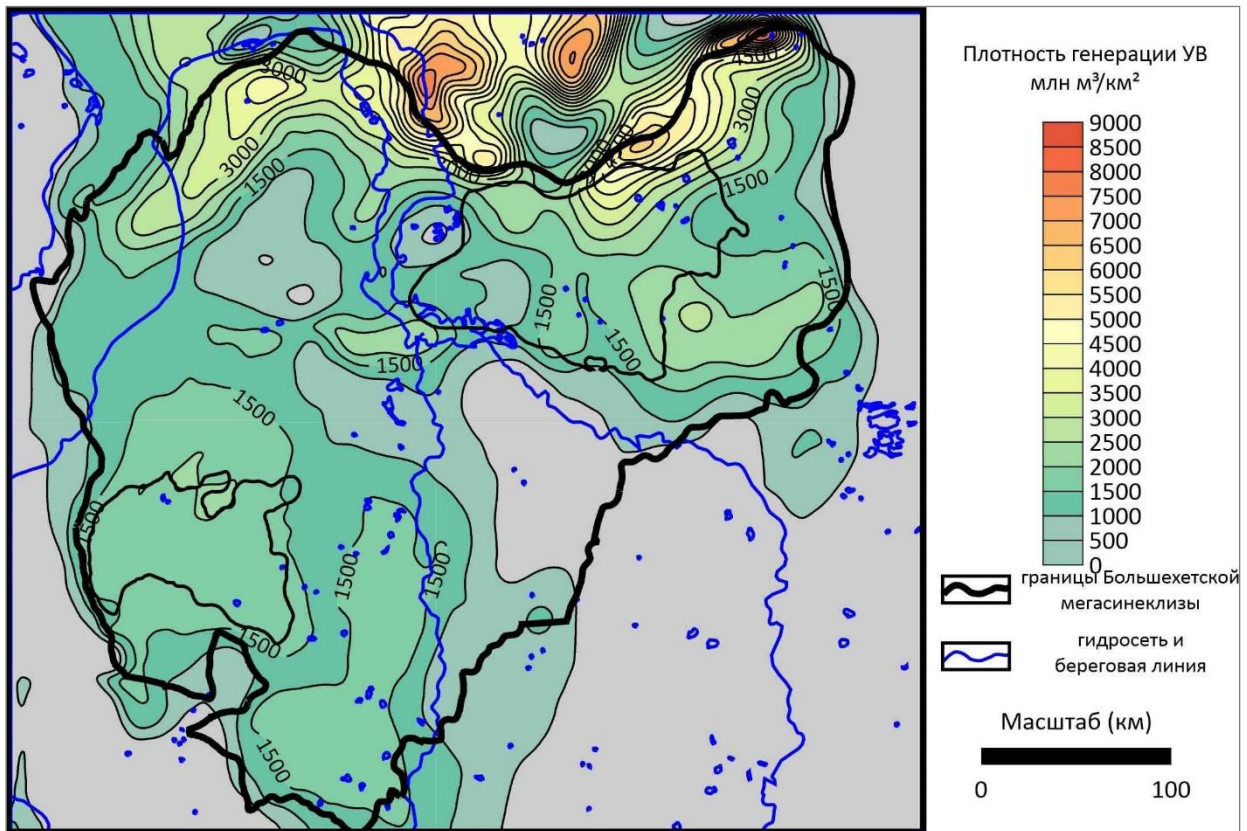


Рис. 8. Схематическая карта масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом китербютской нефтегазпроизводящей толщи

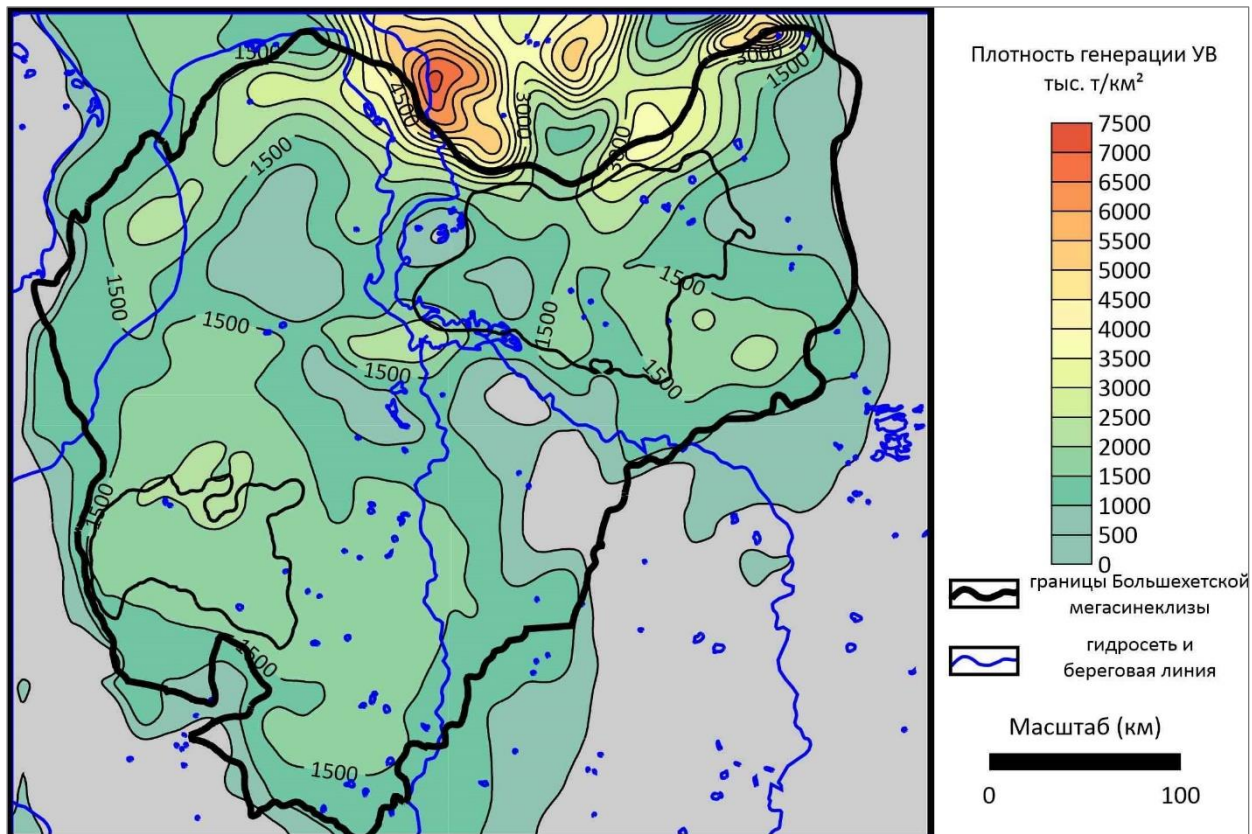


Рис. 9. Схематическая карта масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом китербютской нефтегазпроизводящей толщи

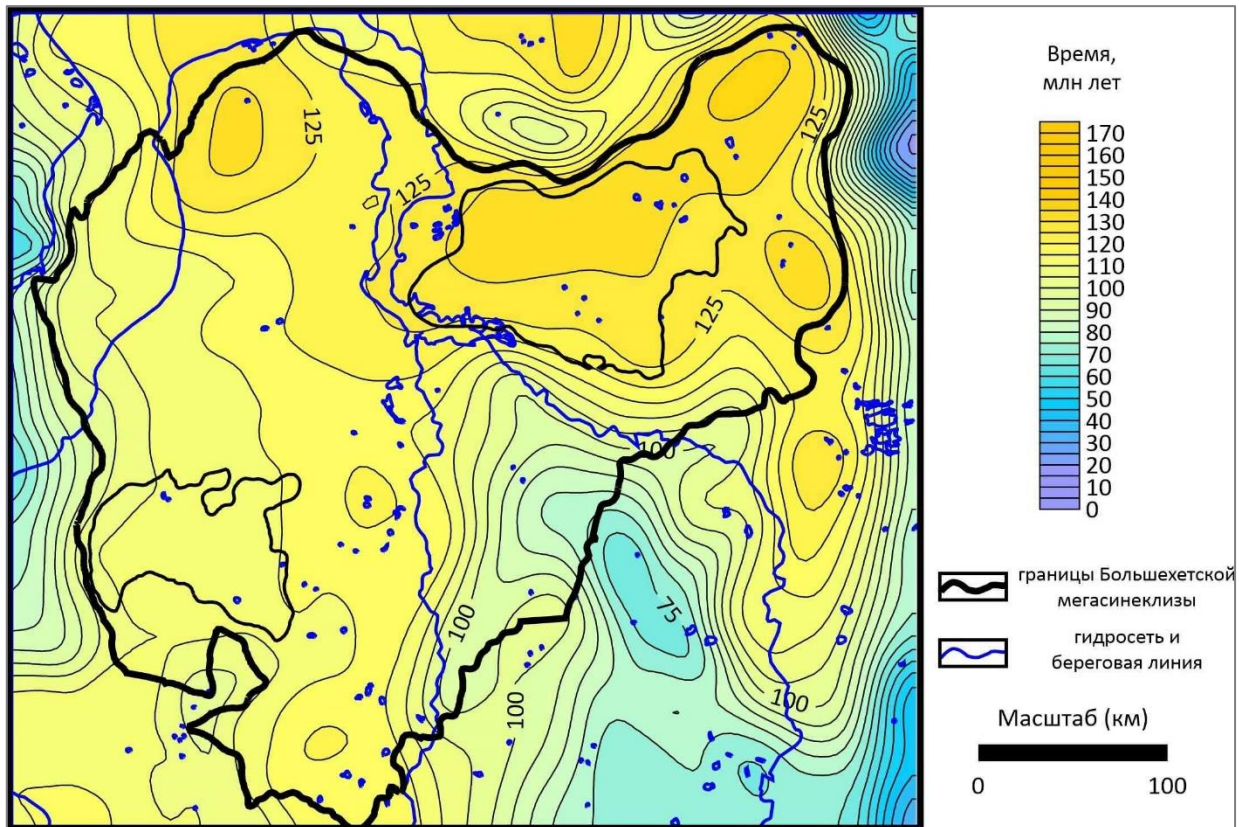


Рис. 10. Схематическая карта времени погружения лайдинской нефтегазопроизводящей толщи в главную зону нефтеобразования

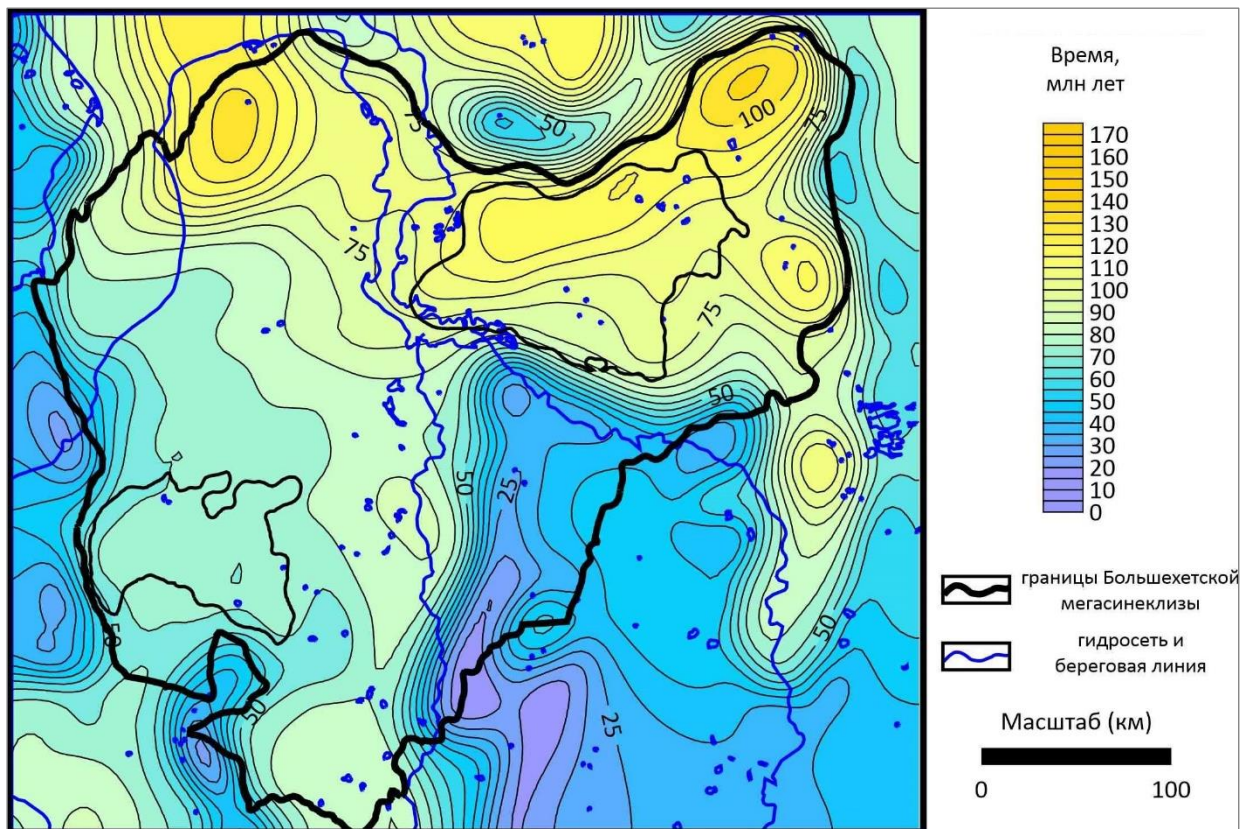


Рис. 11. Схематическая карта времени выхода лайдинской нефтегазопроизводящей толщи из главной зоны нефтеобразования

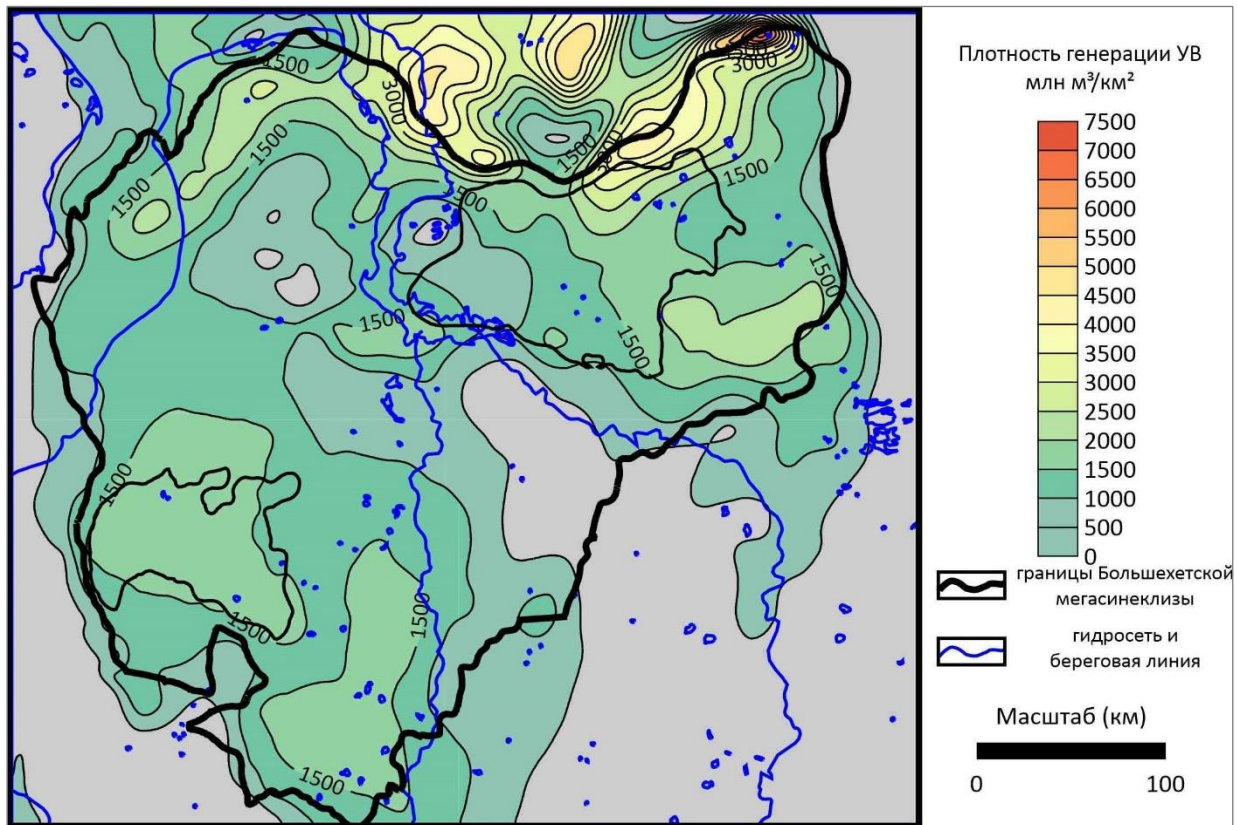


Рис. 12. Схематическая карта масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом лайдинской нефтегазопроизводящей толщи

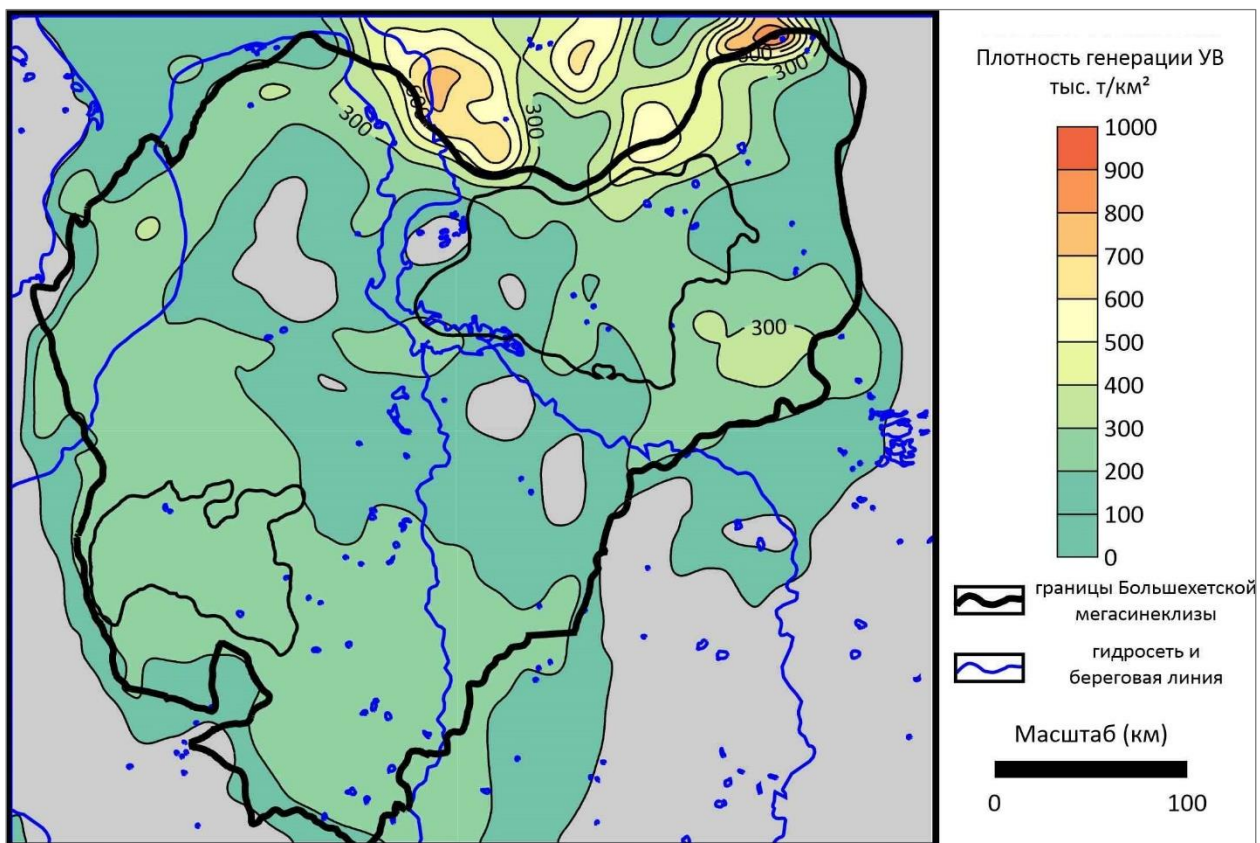


Рис. 13. Схематическая карта масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом лайдинской нефтегазопроизводящей толщи

Породы **малышевской НГПТ** начали погружаться в ГЗН 130 млн. лет назад в северной части Северо-Газовской мегавпадины и 125 млн. лет назад в северо-западной части Большехетской мегасинеклизы. В юго-западной части мегасинеклизы погружение пород в ГЗН произошло 110-100 млн. лет назад (рис. 14). Выход пород из ГЗН возник 85-80 млн. лет назад в северной части мегасинеклизы (рис. 15). Среднее время нахождения пород в ГЗН составило 51 млн. лет.

Интенсивные процессы нефтегазогенерации в породах НГПТ начались 95-80 млн. лет назад. Достигнув пика 60 млн. лет назад, интенсивность генерации углеводородов стала снижаться. Суммарно ОВ НГПТ образовано 165 млрд. м³ газообразных и 258 млн. т жидких углеводородов. Наиболее интенсивно процессы газообразования протекали в северной части Большехетской мегасинеклизы, а максимум нефтеобразования выделен в юго-восточной части мегасинеклизы (рис. 16-17).

Погружение пород **баженовской НГПТ** в ГЗН началось 110-100 млн. лет назад в северной части мегасинеклизы (рис. 18). Из ГЗН породы НГПТ вышли лишь в северной части Большехетской мегасинеклизы (рис. 19). В южной части мегасинеклизы породы НГПТ на настоящий момент времени находятся в условиях ГЗН.

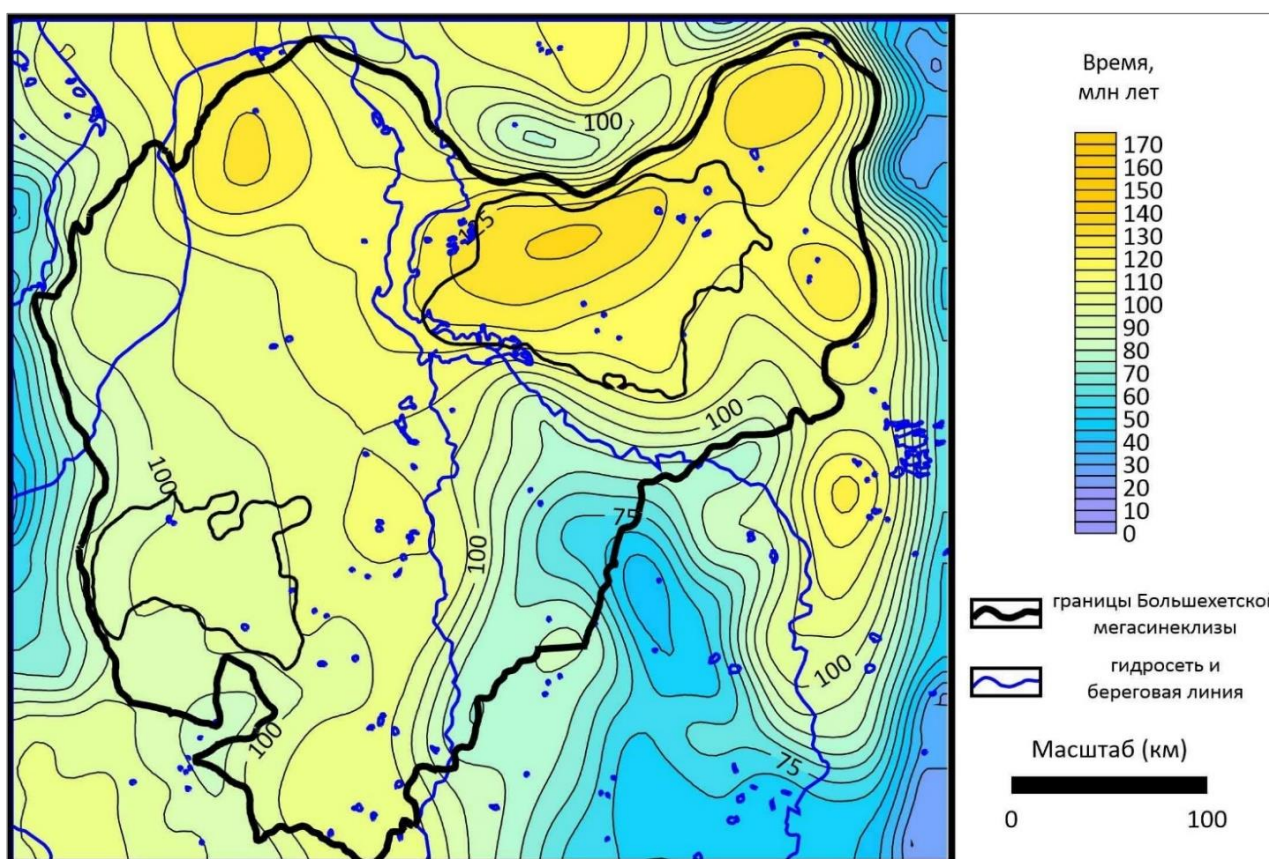


Рис. 14. Схематическая карта времени погружения малышевской нефтегазопроизводящей толщи в главную зону нефтеобразования

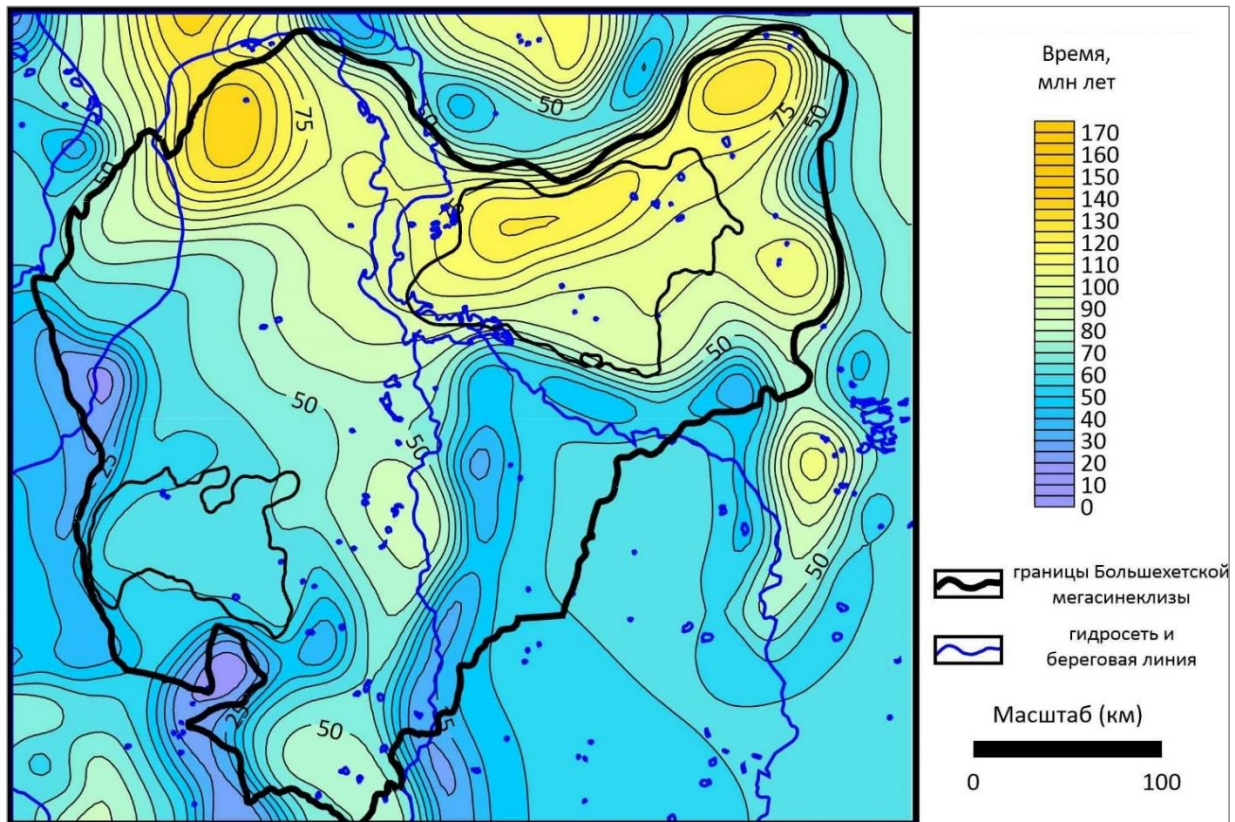


Рис. 15. Схематическая карта времени выхода малышевской нефтегазопроизводящей толщи из главной зоны нефтеобразования

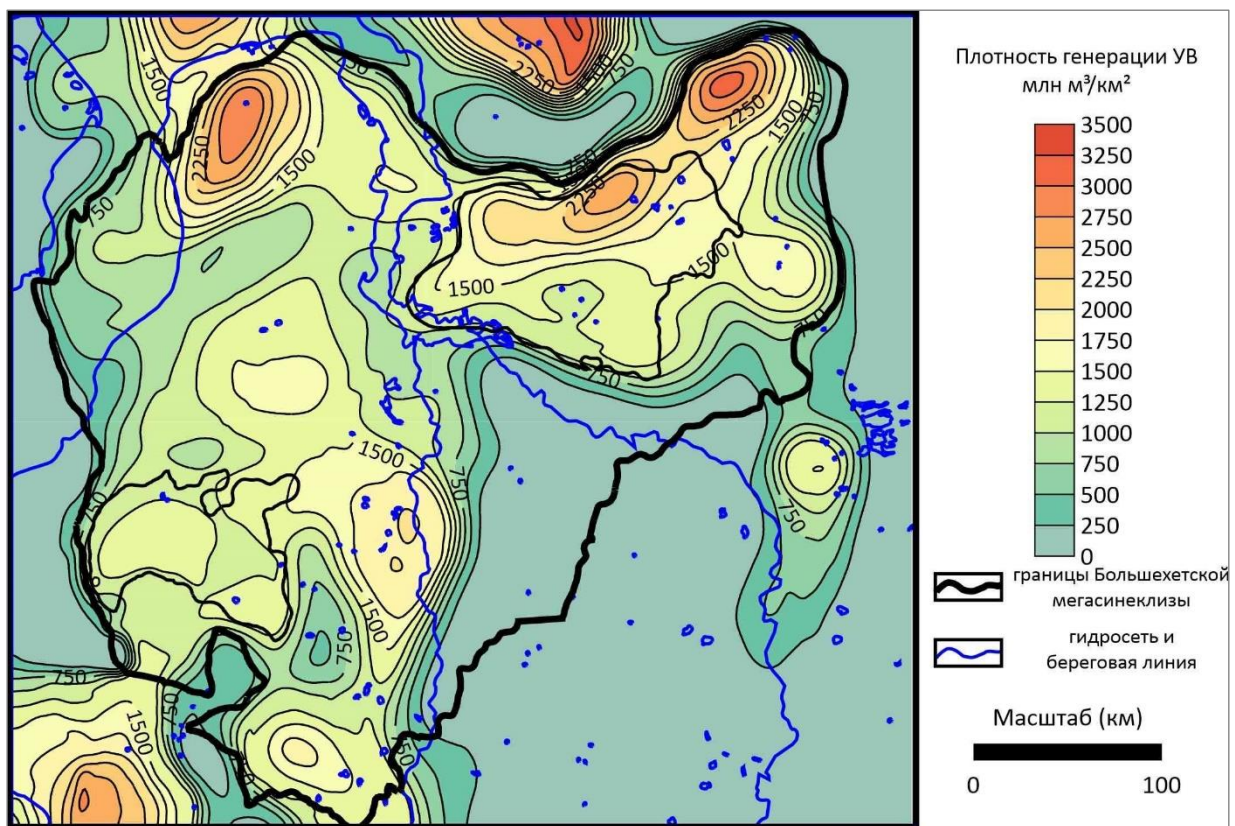


Рис. 16. Схематическая карта масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом малышевской нефтегазопроизводящей толщи

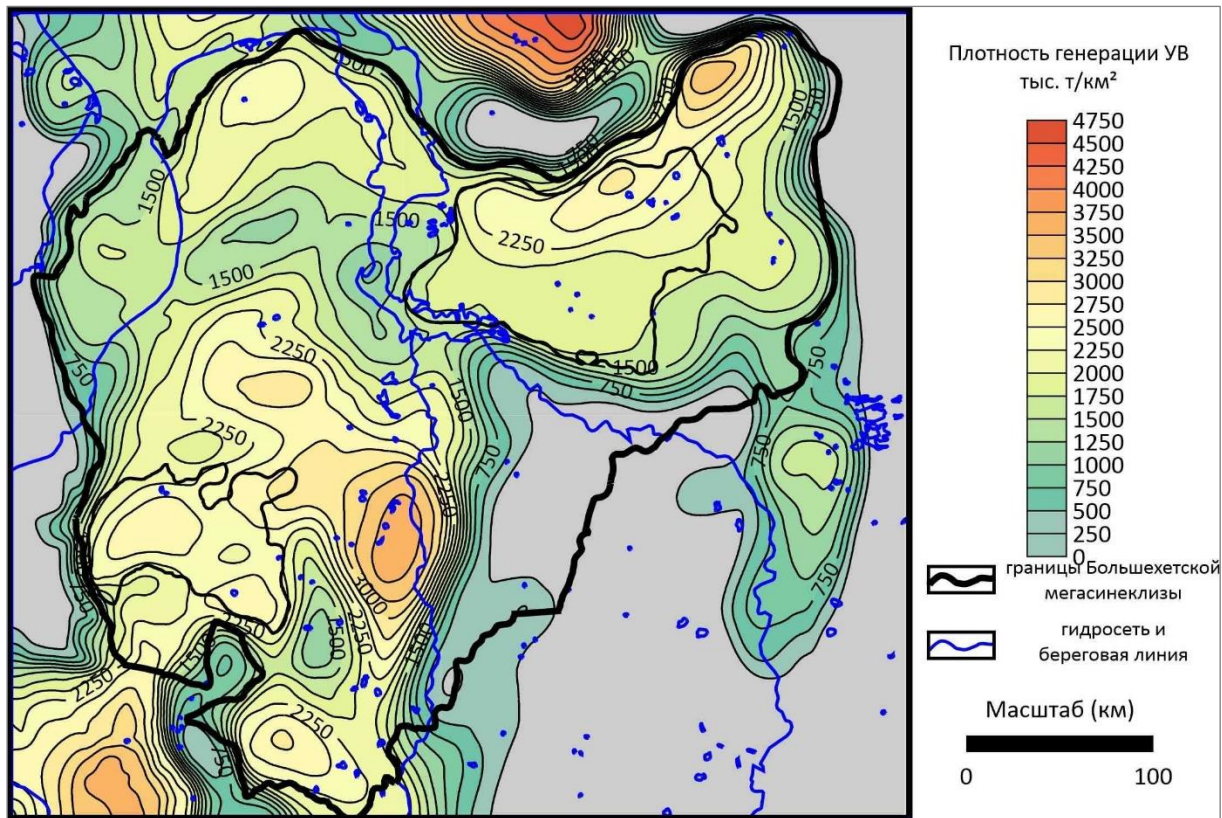


Рис. 17. Схематическая карта масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом малышевской нефтегазопроизводящей толщи

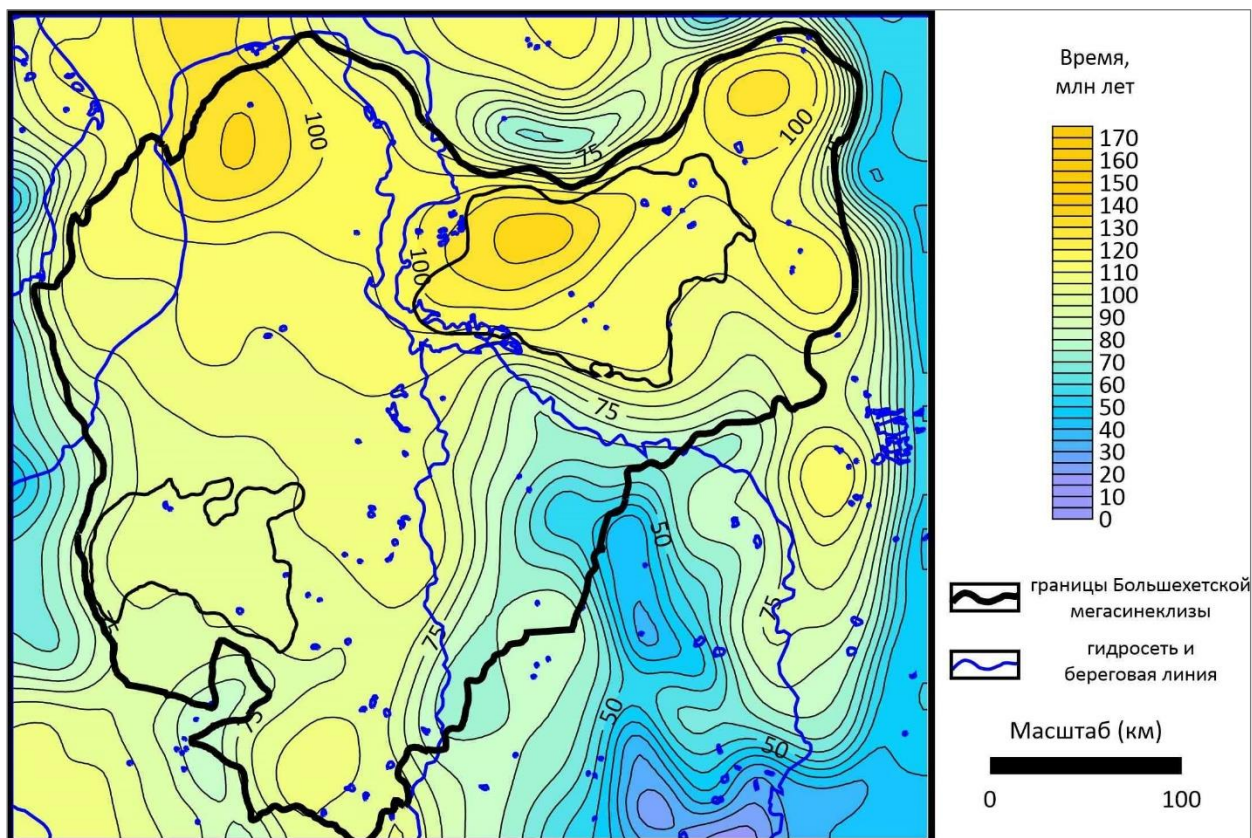


Рис. 18. Схематическая карта времени погружения баженовской нефтегазопроизводящей толщи в главную зону нефтеобразования

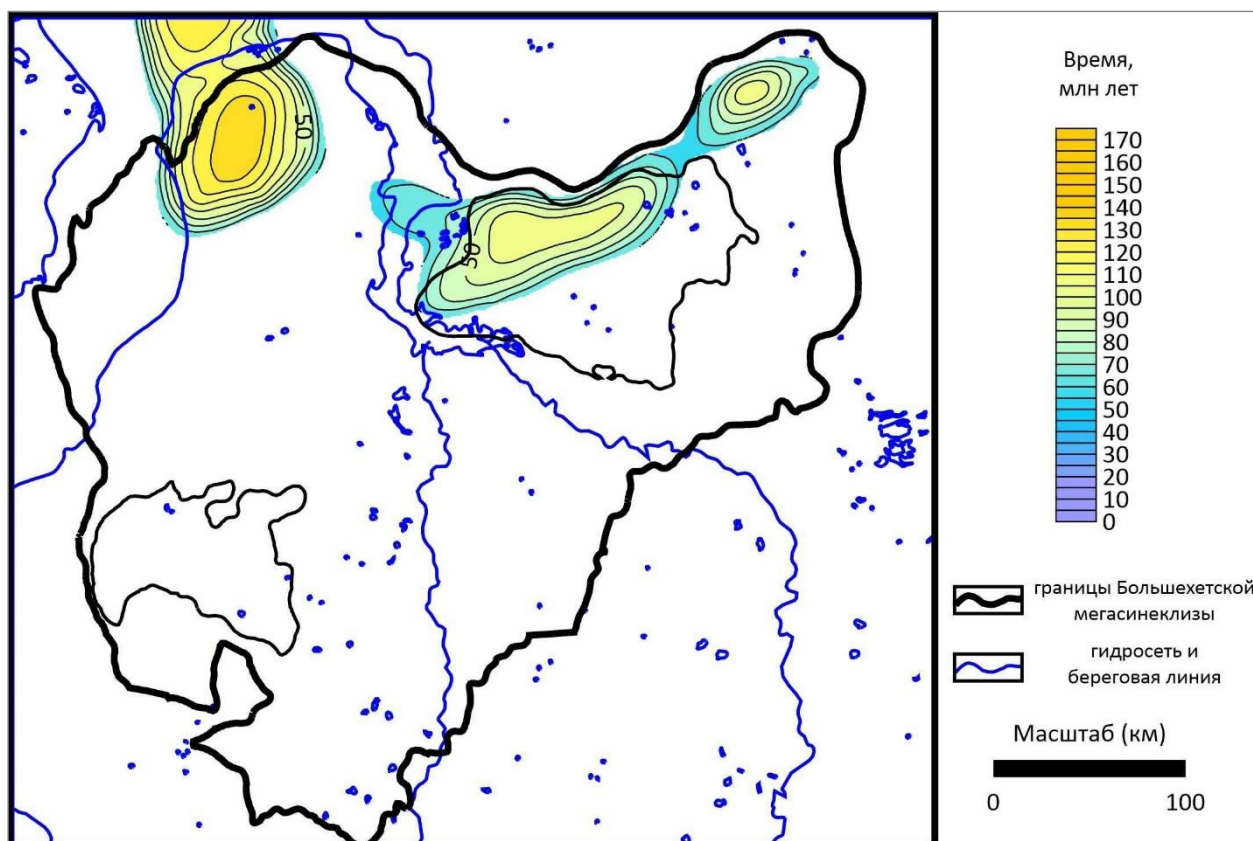


Рис. 19. Схематическая карта времени выхода баженовской нефтегазопроизводящей толщи из главной зоны нефтеобразования

Интенсивные процессы нефтегазообразования в породах НГПТ начались 95 млн. лет назад. Достигнув максимума 60 млн. лет назад, новообразование углеводородов стало замедляться. Суммарно ОВ НГПТ образовано 52 млрд. м³ газообразных и 175 млн. т жидких углеводородов. Максимальные количества углеводородов зафиксированы в Северо-Тазовской мегавпадине и вдоль юго-восточного склона Большехетской мегасинеклизы (рис. 20-21).

Заключение

Интенсивные процессы нефтегазообразования в юрских НГПТ начались 110-100 млн. лет назад (рис. 22-23). Максимум генерации приходится на период 65-55 млн. лет назад. Наибольшее количество газообразных углеводородов образовано породами левинской, китербютской и лайдинской НГПТ, жидких - малышевской, китербютской и баженовской НГПТ.

Современные данные о распределении значений отражательной способности витринита и карты катагенеза ОВ в кровле верхнеюрских и среднеюрских отложений ЗСНП [Фомин, 2011] в значительной мере отражают осредненное влияние палеотемператур на интенсивность генерации углеводородов.

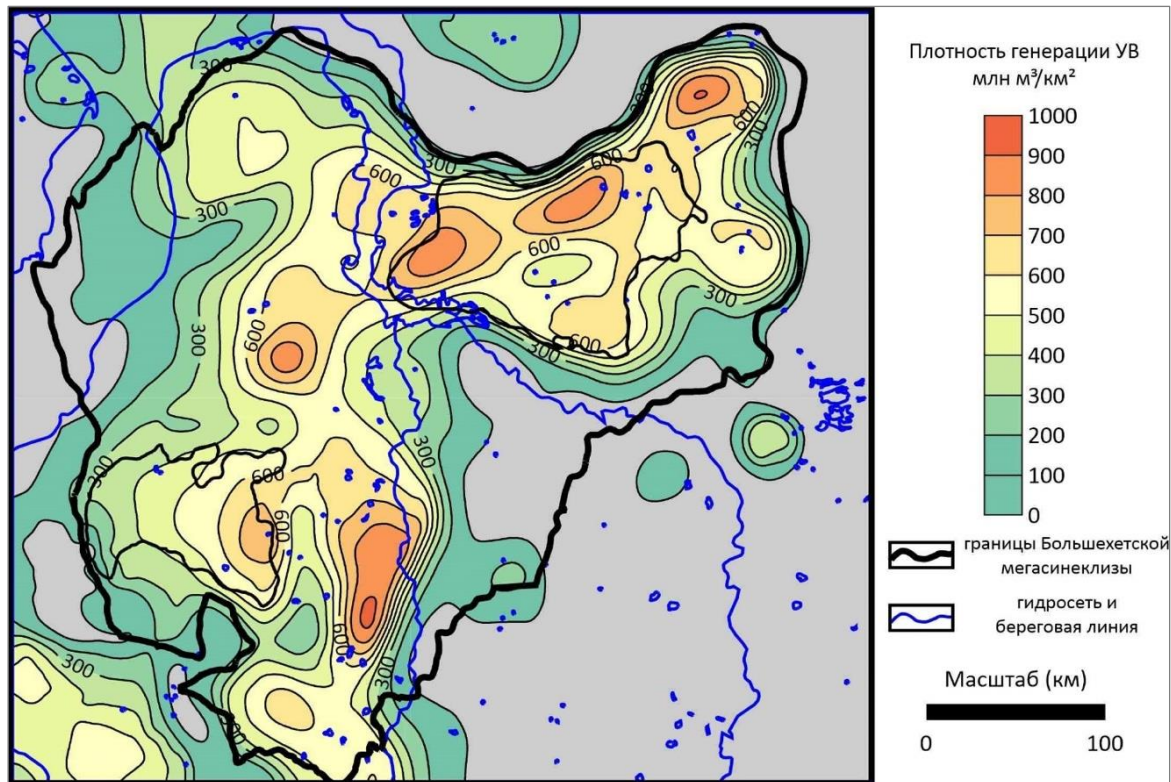


Рис. 20. Схематическая карта масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом баженовской нефтегазопроизводящей толщи

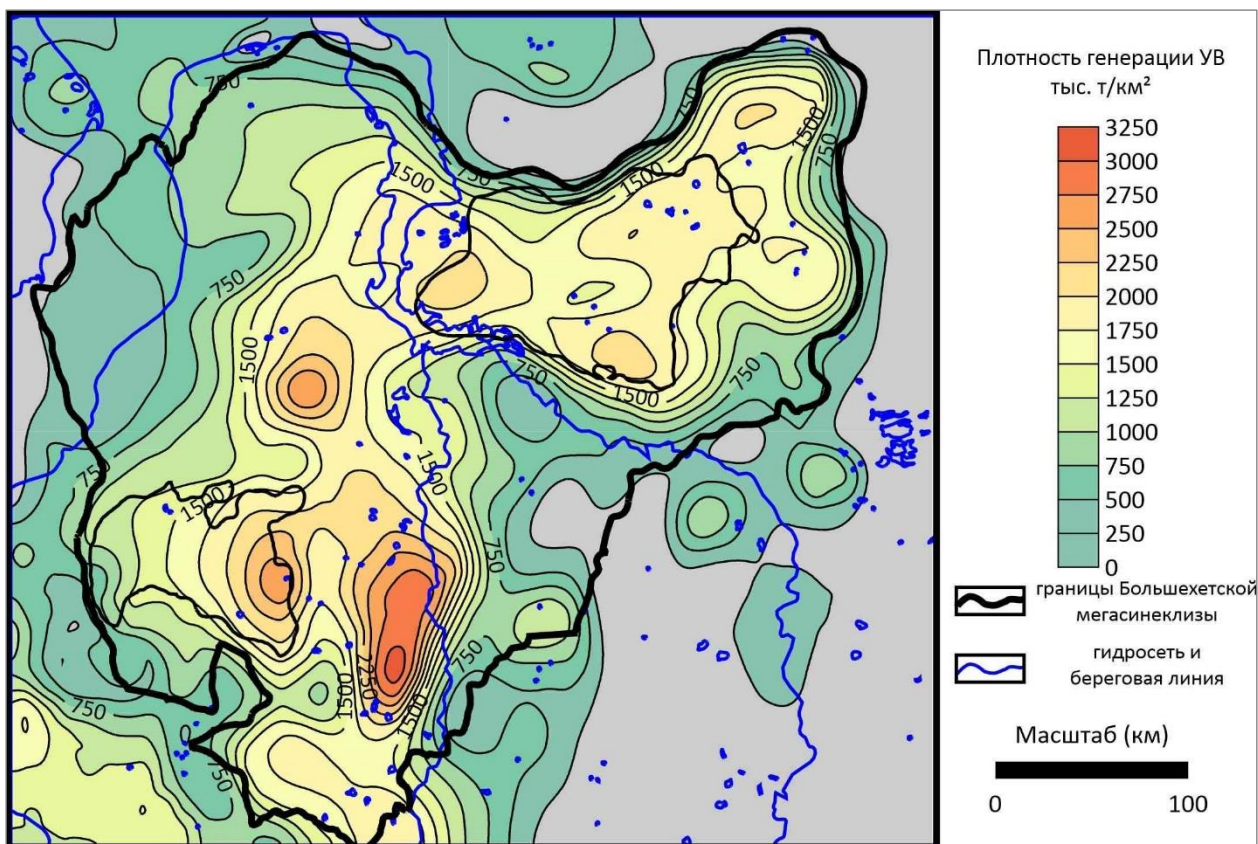


Рис. 21. Схематическая карта масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом баженовской нефтегазопроизводящей толщи

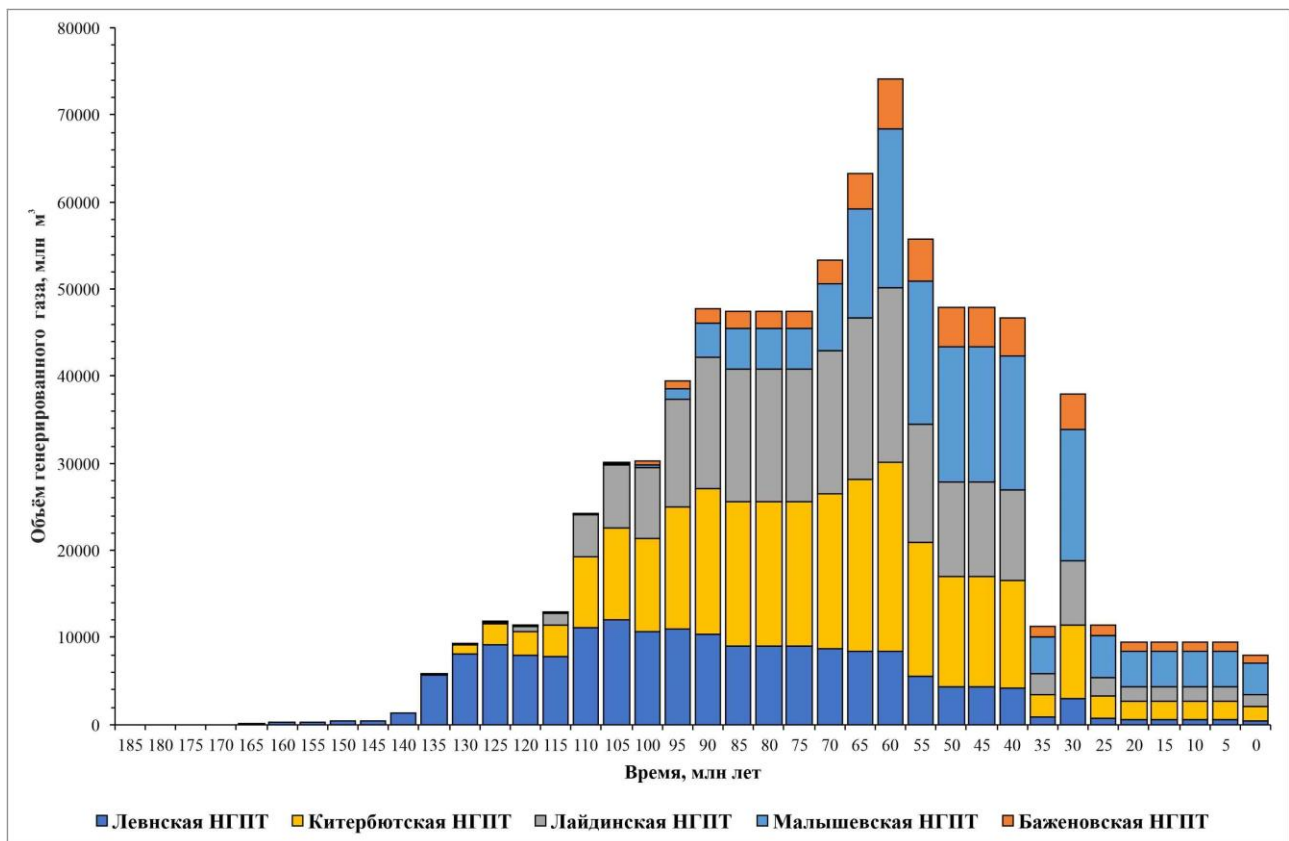


Рис. 22. Диаграмма динамики генерации газообразных углеводородов нефтегазопроизводящими толщами Большехетской мегасинеклызы

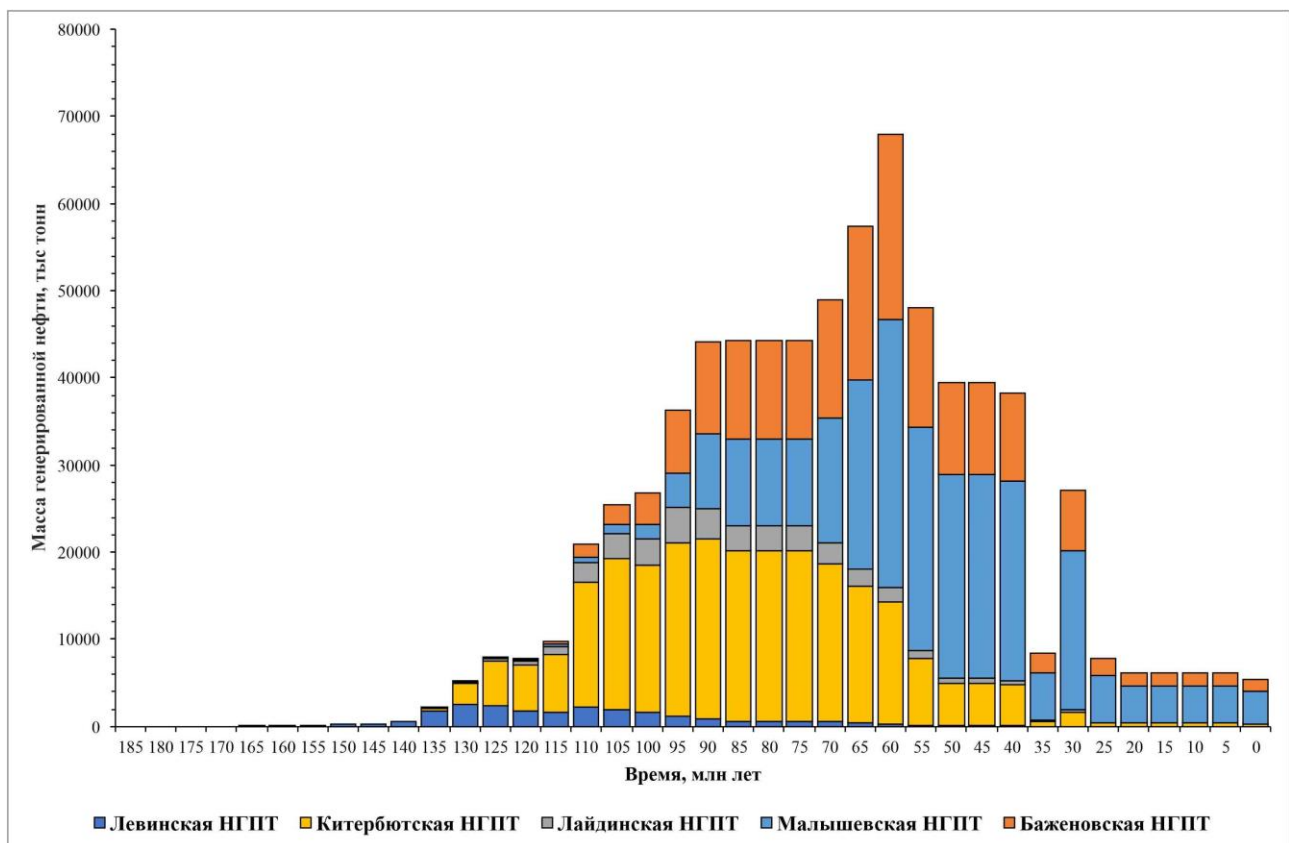


Рис. 23. Диаграмма динамики генерации жидких углеводородов нефтегазопроизводящими толщами Большехетской мегасинеклызы

В исследуемом районе область повышенных значений отражательной способности витринита, индексирующей катагенез, находится в северной и северо-восточной частях Большехетской мегасинеклизы. Соответственно к зоне сочленения Большехетской мегасинеклизы и Мессояхской наклонной гряды приурочены повышенные значения плотности эффективного теплового потока и, как следствие, наибольших плотностей генерации жидких и газообразных углеводородов.

Оцененные объемы образованных углеводородов многократно превышают известные геологические запасы и прогнозируемые ресурсы. Это обстоятельство объясняется существенными потерями углеводородов в процессе миграции.

На изучаемой территории в выявленных скоплениях запасы газа преобладают над запасами нефти. В рассматриваемой модели массы образованных жидких и газообразных углеводородов сопоставимы. Это несоответствие фактических и расчётных данных может иметь следующие причины. Во-первых, в природе дополнительные объемы газа образовывались за счет крекинга жидких углеводородов в отложениях, погружившихся на большие глубины. Во-вторых, глубинная фаза газообразования запаздывает по времени от ГЗН. В-третьих, массы газа и в пластовых условиях занимают кратно больший объем по сравнению с сопоставимыми массами нефти. Отставание во времени от главной фазы нефтеобразования фазы интенсивного образования газообразных углеводородов приводит к его поступлению в уже занятые нефтью ловушки и расформированию существовавших скоплений нефти.

Таким образом, постоянная подпитка залежей газообразными углеводородами из юрских НППТ привела к преимущественно газовому фазовому составу месторождений в центральных частях Большехетской мегасинеклизы и оттеснению нефти на ее периферию. В ряде случаев активизация тектонических процессов в посттуронское время послужила формированию ловушек на периферии мегасинеклизы, в которых при благоприятных условиях могли накапливаться жидкие углеводороды. В следствии чего и сформированы Сузунское, Лодочное, Тагульское и Ванкорское месторождения.

Эту представленную модель возможно использовать при уточнении бассейнового моделирования Большехетской мегасинеклизы на следующих этапах исследований.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-35-00451 мол_а, а также при технической поддержке Российского представительства компании VeicipFranlab.

Литература

Богданов О.А., Колосков В.Н., Шуваев А.О., Мусихин К.В., Истомин С.Б., Боброва М.А., Маглеванная П.С. Анализ эволюции углеводородных систем Большехетской впадины на основе применения метода бассейнового моделирования // Геология нефти и газа. – 2017. – №4 – С. 55–63.

Бостриков О.И., Ларичев А.И., Фомичев А.С. Геохимические аспекты изучения нижнесреднеюрских отложений Западно-Сибирской плиты в связи с оценкой их УВ-потенциала // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. - Т.6. - №3. - http://www.ngtp.ru/rub/1/31_2011.pdf

Вассоевич Н.Б., Высоцкий И.В., Корчагина Ю.И., Соколов Б.А. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазообразования в верхнедокембрийских отложениях // Проблемы осадочной геологии докембрия. - 1975. - Кн. 2. - Вып. 4. - С. 208-214.

Вассоевич Н.Б., Высоцкий И.В., Корчагина Ю.И., Соколов Б.А. Историко-геолого-геохимический метод оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов: (на примере Среднерусского нефтегазоносного бассейна) // Изв. АН СССР. Сер. геол. - 1971. - №1. - С. 56-60.

Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный мир, 2007. – 455 с.

Гончаров И.В., Кринин В.А., Самойленко В.В., Обласов Н.В., Фадеева С.В. К вопросу о генерационном потенциале яновстанской свиты северо-востока Западной Сибири // Химия нефти и газа: сб. материалов VII Международной конференции. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2009. – С. 26–30.

Дешин А.А., Сафронов П.И., Буриштейн Л.М. Оценка времени реализации главной фазы нефтеобразования в средне-верхнеюрских отложениях севера Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 2017. – № 4. – С. 33-44.

Ким Н.С., Родченко А.П. Органическая геохимия и нефтегазогенерационный потенциал юрских и меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика. – 2013. – Т.54. – №8. – С. 1236–1252.

Конторович А.Э., Буриштейн Л.М., Мальшев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – №8. – С. 1179–1226.

Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. – 2013б. – Т. 54. – № 8. – С. 972–1012.

Конторович А.Э., Парнарова Г.М., Трушков П.А. Метаморфизм органического вещества и некоторые вопросы нефтегазоносности (на примере мезозойских отложений Западно-Сибирской низменности) // Геология и геофизика. – 1967. – №2. – С. 16-29.

Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42 (11-12). – С. 1832–1845.

Ларичев А.И., Рязанова Т.А., Меленевский В.Н., Сухоручко В.И., Чуйкова Т.Э., Видик С.В.,

Соловьева Н.С. Органическая геохимия среднеюрско-нижнемелового разреза восточного борта Большехетской впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2003. – № 11. - С. 4–13.

Локтионова О.А., Буриштейн Л.М., Калинина Л.М., Конторович В.А., Сафронов П.И. Историко-геологическое моделирование процессов генерации углеводородов в геттанг-ааленских отложениях Усть-Тымской мегавпадины // Геология и геофизика. – 2019. – Т. 60. – №7. – С. 1014-1027.

Мальшева С.В., Васильев В.Е., Комиссаров Д.К., Сан-Жермес М.Л., Легль Ж.-М., Переслегин М.В., Хафизов С.Ф. Опыт моделирования баженовской свиты Западной Сибири как нетрадиционного источника углеводородов // Нефтяное хозяйство. – 2012. - № 12 – С. 14–47.

Мальшева С.В., Васильев В.Е., Косенкова Н.Н., Ананьев В.В., Комиссаров Д.К., Мурзин Р.Р., Рослов Ю.В. Моделирование процессов формирования углеводородных систем Южно-Карского бассейна; принципы и результаты // Нефтяное хозяйство. – 2011. - №12 – С.13–17.

Оценка потенциальных ресурсов углеводородов на основе моделирования процессов их генерации, миграции и аккумуляции / С.Г. Неручев, С.В. Баженова, С.В. Смирнов, О.А. Андреева, Л.И. Климова. – СПб: Недра, 2006. – 364 с.

Родченко А.П. Геохимия органического вещества верхнеюрских отложений северо-востока Западной Сибири и генезис меловых нефтей // Геология нефти и газа. – 2016. – №6. – С. 107–118.

Сафронов П.И., Ершов С.В., Ким Н.С., Фомин А.Н. Моделирование процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в юрских и меловых комплексах Енисей-Хатангского бассейна // Геология нефти и газа. – 2011. – № 5. – С. 48-55.

Филипцов Ю.А., Болдушевская Л.Н., Кривин В.А., Конторович А.А., Меленевский В.Н. Применение пиролиза для изучения катагенеза органического вещества мезозойских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба и северо-восточной части Пур-Тазовской нефтегазоносной области // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – №12. – С. 1837–1842.

Филипцов Ю.А., Давыдова И.В., Болдушевская Л.Н., Данилова В.П., Костырева Е.А., Фомин А.Н. Взаимосвязь материнских пород и нефтей в мезозойских отложениях северо-востока Западно-Сибирской плиты на основе изучения углеводородов-биомаркеров и катагенеза органического вещества // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 5–6. – С. 52–57.

Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских (юра, триас) и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГТ СО РАН, 2011. – 331 с.

Applied petroleum geochemistry / Ed. M.L. Bordenave. Paris: Editions Technip, 1993. – 524 p.

Deshin A.A., Safronov P.I., Burshtein L.M. Reconstruction of hydrocarbon generation and accumulation on the Gydan Peninsula and adjacent offshore areas using basin modeling approach // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The Fifth All-Russian Conference with International Participation «Polar Mechanics» (Novosibirsk, 9-11 Oct 2018). – 2018. – V. 193. – P. 012016-012016.

Hantschel T., Kauerauf A.I. Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009. – 476 p.

Kontorovich A.E., Fomin A., Istomin A. Organic matter catagenesis and petroleum potential of Jurassic deposits of the West Siberian megabasin // 24th International Meeting on Organic Geochemistry (Bremen, Germany, 6-11 Sept 2009): book of abstracts. – 2009. – P. 442.

Makhous M., Galushkin Y.I. Basin Analysis and Modeling of the Burial, Thermal and Maturation Histories in Sedimentary Basins. Paris: Technip, 2005. – 380 p.

Safronov P.I., Deshin A.A., Burshtein L.M. The history of hydrocarbon generation in the Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover in the northeast of the Bolshaya Kheta megasyncline // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The Fifth All-Russian Conference with International Participation «Polar Mechanics» (Novosibirsk, 9-11 Oct 2018). – 2018. – V. 193. – P.012060-012060.

Schaefer R.G., Galushkin Y.I., Kolloff A., Littke R. Reaction kinetics of gas generation in selected source rocks of the West Siberian Basin: implications for the mass balance of early-thermogenic methane // Chemical Geology. – 1999. – Vol. 156. - Issues 1–4. – P. 41–65.

Tissot B.P., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrence. – Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1984. – 538 p.

Welte D.H., Horsfield B., Baker D.R. Petroleum and basin evolution. Insights from petroleum geochemistry, geology and basin modeling. Berlin, New York: Springer, 1997. – 535 p.

Safronov P.I., Deshin A.A.

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, SafronovPI@ipgg.sbras.ru, DeshinAA@ipgg.sbras.ru

JURASSIC SOURCE ROCKS HYDROCARBON GENERATION HISTORY IN THE BOLSHE KHETA MEGASYNECLISE

The dynamics of hydrocarbon generation by the Jurassic source rocks in the Bolshe Kheta megasyneclise was reconstructed by historical and geological modelling. Maps of the times of enter and exit of oil and gas source rocks in the oil window zone are given. The process of intense hydrocarbon generation began at 110-100 Ma. The maximum generation falls on the period 65-55 million years ago.

Keywords: *historical-geological modeling, basin modeling, hydrocarbon generation, Jurassic source rock, Bolshe Kheta megasyneclise.*

References

Applied petroleum geochemistry / Ed. M.L. Bordenave. Paris: Editions Technip, 1993, 524 p.
Bogdanov O.A., Koloskov V.N., Shuvaev A.O., Musikhin K.V., Istomin S.B., Bobrova M.A., Maglevannaya P.S. *Analiz evolyutsii uglevodorodnykh sistem Bol'shekhetskoy vpadiny na osnove primeneniya metoda basseynovogo modelirovaniya* [Analysis of evolution of the Bolshe Kheta depression hydrocarbon systems based on the use of basin modeling method]. *Geologiya nefiti i gaza*, 2017, no. 4, p. 55.

Bostrikov O.I., Larichev A.I., Fomichev A.S. *Geokhimicheskie aspekty izucheniya nizhnesredneyurskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy plity v svyazi s otsenkoy ikh UV-potentsiala* [Geochemical aspects of Lower and Middle Jurassic sections of the West-Siberian plate in view of hydrocarbon potential evaluation]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2011, vol. 6, no. 3, available at: http://www.ngtp.ru/rub/1/31_2011.pdf

Deshin A.A., Safronov P.I., Burshtein L.M. Reconstruction of hydrocarbon generation and accumulation on the Gydan Peninsula and adjacent offshore areas using basin modeling approach // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The Fifth All-Russian Conference with International Participation «Polar Mechanics» (Novosibirsk, 9-11 Oct 2018), 2018, vol. 193, pp. 012016-012016.

Deshin A.A., Safronov P.I., Burshteyn L.M. *Otsenka vremeni realizatsii glavnoy fazy nefteobrazovaniya v sredne-verkhneyurskikh otlozheniyakh severa Zapadnoy Sibiri* [Evaluation of the time of the main phase of oil formation in the Middle Upper Jurassic section of the northern Western Siberia]. *Geologiya nefiti i gaza*, 2017, no. 4, pp. 33-44.

Filipstov Yu.A., Boldushevskaya L.N., Kriniin V.A., Kontorovich A.A., Melenevskiy V.N. *Primenenie piroliza dlya izucheniya katageneza organicheskogo veshchestva mezozoyskikh otlozheniy Enisey-Khatangskogo regional'nogo progiba i severo-vostochnoy chasti Pur-Tazovskoy neftegazonosnoy oblasti* [The use of pyrolysis to catagenesis study of organic matter in Mesozoic of the Yenisei-Khatanga regional trough and the northeastern part of the Pur-Taz petroleum region]. *Geologiya i geofizika*, 1999, vol. 40, no.12, pp. 1837–1842.

Filipstov Yu.A., Davydova I.V., Boldushevskaya L.N., Danilova V.P., Kostyreva E.A., Fomin A.N. *Vzaimosvyaz' materinskikh porod i neftey v mezozoyskikh otlozheniyakh severo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity na osnove izucheniya uglevodorodov-biomarkerov i katageneza organicheskogo veshchestva* [The relationship of source rocks and oils in the Mesozoic section of the north-eastern of the West Siberian Plate based on the hydrocarbon biomarkers study and organic matter catagenesis]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2006, no.5-6, pp. 52-57.

Fomin A.N. *Katagenez organicheskogo veshchestva i neftegazonosnost' mezozoyskikh (yura, trias) i paleozoyskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskogo megabasseyna* [Catagenesis of organic matter

and petroleum potential of the Mesozoic (Jurassic, Triassic) and Paleozoic of the Western Siberian megabasin]. Novosibirsk: INGG SO RAN, 2011, 331 p.

Galushkin Yu.I. *Modelirovanie osadochnykh basseynov i otsenka ikh neftegazonosnosti* [Modeling sedimentary basins and assessing their petroleum potential]. Moscow: Nauchnyy mir, 2007, 455 p.

Goncharov I.V., Krinin V.A., Samoylenko V.V., Oblasov N.V., Fadeeva S.V. *K voprosu o generatsionnom potentsiale yanovstanskoy svity severo-vostoka Zapadnoy Sibiri* [On the generation potential of the Yanovstan Formation of the North-East of Western Siberia]. Khimiya nefiti i gaza: sbornik materialov VII Mezhdunarodnoy konferentsii, Tomsk, Izd-vo IOA SO RAN, 2009, pp. 26-30.

Hantschel T., Kauerauf A.I. *Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009, 476 p.

Kim N.S., Rodchenko A.P. *Organicheskaya geokhimiya i neftegazogeneratsionnyy potentsial yurskikh i melovykh otlozheniy Enisey-Khatangskogo regional'nogo progiba* [Organic geochemistry and petroleum potential of Jurassic and Cretaceous of the Yenisei-Khatanga regional trough]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no.8, pp. 966-979.

Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Malyshev N.A., Safronov P.I., Gus'kov S.A., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kim N.S., Kontorovich V.A., Kostyreva E.A., Melenevskiy V.N., Livshits V.R., Polyakov A.A., Skvortsov M.B. *Istoriko-geologicheskoe modelirovanie protsessov naftidogeneza v mezozoyско-kaynozoyском osadochnom basseyne Karskogo morya* [Historical-geological modeling of processes of petroleum generation in the Mesozoic-Cenozoic sedimentary basin of the Kara Sea]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 8, pp. 1179-1226.

Kontorovich A.E., Fomin A., Istomin A. Organic matter catagenesis and petroleum potential of Jurassic deposits of the West Siberian megabasin // 24th International Meeting on Organic Geochemistry (Bremen, Germany, 6-11 Sept 2009): book of abstracts, 2009, p. 442.

Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Ryzhkova S.V., Shurygin B.N., Vakulenko L.G., Gaydeburova E.A., Danilova V.P., Kazanenkov V.A., Kim N.S., Kostyreva E.A., Moskvina V.I., Yan P.A. *Paleogeografiya Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna v yurskom periode* [Jurassic paleogeography of the Western Siberian sedimentary basin]. *Geologiya i geofizika*, 2013a, vol. 54, no. 8, pp. 972-1012.

Kontorovich A.E., Parparova G.M., Trushkov P.A. *Metamorfizm organicheskogo veshchestva i nekotorye voprosy neftegazonosnosti (na primere mezozoyских otlozheniy Zapadno-Sibirskoy nizmennosti)* [Metamorphism of organic matter and some issues about petroleum content (on the example of the Mesozoic section of the Western Siberian lowland)]. *Geologiya i geofizika*, 1967, no.2, pp. 16-29.

Kontorovich V.A., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O., Kontorovich A.A., Suprunenko O.I. *Tektonicheskoe stroenie i istoriya razvitiya Zapadno-Sibirskoy geosineklizy v mezozoe i kaynozoe* [Tectonic structure and evolution of the West Siberian geosyncline in the Mesozoic and Cenozoic]. *Geologiya i geofizika*, 2001, no. 42 (11–12), pp. 1832–1845 (1740–1753).

Larichev A.I., Ryazanova T.A., Melenevskiy V.N., Sukhoruchko V.I., Chuykova T.E., Vidik S.V., Solov'eva N.S. *Organicheskaya geokhimiya sredneyursko-nizhnemelovogo razreza vostochnogo borta Bol'shekhetskoy vpadiny* [Organic geochemistry of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous section of the eastern side of the Bolshe Kheta Depression]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2003, no. 11, pp. 4–13.

Loktionova O.A., Burshteyn L.M., Kalinina L.M., Kontorovich V.A., Safronov P.I. *Istoriko-geologicheskoe modelirovanie protsessov generatsii uglevodorodov v gettang-aalenskikh otlozheniyakh Ust'-Tym'skoy megavpadiny* [Historical and geological modeling of the processes of hydrocarbon generation in the Hettangian-Aalenian of the Ust'-Tym megadepression]. *Geologiya i geofizika*, 2019, vol. 60, no. 7, pp. 1014-1027.

Makhous M., Galushkin Y.I. *Basin Analysis and Modeling of the Burial, Thermal and Maturation Histories in Sedimentary Basins*. Paris: Technip, 2005, 380 p.

Malysheva S.V., Vasil'ev V.E., Komissarov D.K., San-Zhermes M.L., Legl' Zh.–M.,

Pereslegin M.V., Khafizov S.F. *Opyt modelirovaniya bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri kak netraditsionnogo istochnika uglevodorodov* [Modeling of Bazhenov Formation of Western Siberia as an unconventional hydrocarbon source]. Neftyanoe khozyaystvo, 2012, no. 12, pp. 14-47.

Malysheva S.V., Vasil'ev V.E., Kosenkova N.N., Anan'ev V.V., Komissarov D.K., Murzin R.R., Roslov Yu.V. *Modelirovanie protsessov formirovaniya uglevodorodnykh sistem Yuzhno-Karskogo basseyna; printsipy i rezul'taty* [Modeling of petroleum systems of South Kara basin: principles and results]. Neftyanoe khozyaystvo, 2011, no. 3, pp. 13-17.

Otsenka potentsial'nykh resursov uglevodorodov na osnove modelirovaniya protsessov ikh generatsii, migratsii i akkumulyatsii [Evaluation of potential hydrocarbon resources on the basis of modeling processes of their generation, migration and accumulation]. S.G. Neruchev, S.V. Bazhenova, S.V. Smirnov, O.A. Andreeva, L.I. Klimova, St. Petersburg: Nedra, 2006, 364 p.

Rodchenko A.P. *Geokhimiya organicheskogo veshchestva verkhneyurskikh otlozheniy severovostoka Zapadnoy Sibiri i genezis melovykh neftey* [Organic matter geochemistry of the Upper-Jurassic sections in the north-eastern of Western Siberia and Cretaceous oil genesis]. Geologiya nefti i gaza, 2016, no. 6, pp. 107-118.

Safronov P.I., Deshin A.A., Burshtein L.M. The history of hydrocarbon generation in the Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover in the northeast of the Bolshaya Kheta megasyncline // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The Fifth All-Russian Conference with International Participation «Polar Mechanics» (Novosibirsk, 9-11 Oct 2018), 2018, vol. 193, pp. 012060-012060.

Safronov P.I., Ershov S.V., Kim N.S., Fomin A.N. *Modelirovanie protsessov generatsii, migratsii i akkumulyatsii uglevodorodov v yurskikh i melovykh kompleksakh Enisey-Khatangskogo basseyna* [Modeling of processes of generation, migration and accumulation of hydrocarbons in Jurassic and Cretaceous of Yenisei-Khatanga basin]. Geologiya nefti i gaza, 2011, no. 5, pp. 48-55.

Schaefer R.G., Galushkin Y.I., Kolloff A., Littke R. Reaction kinetics of gas generation in selected source rocks of the West Siberian Basin: implications for the mass balance of early-thermogenic methane. Chemical Geology, 1999, vol. 156, issues 1-4, pp. 41-65.

Tissot B.P., Welte D.H. Petroleum Formation and Occurrence. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1984, 538 p.

Vassoevich N.B., Vysotskiy I.V., Korchagina Yu.I., Sokolov B.A. *Geologo-geokhimicheskie predposylki neftegazobrazovaniya v verkhnedokembriyskikh otlozheniyakh* [Geological and geochemical conditions for petroleum formation in the Upper Precambrian]. Problemy osadochnoy geologii dokembriya, 1975, book 2, issue 4, pp. 208-214.

Vassoevich N.B., Vysotskiy I.V., Korchagina Yu.I., Sokolov B.A. *Istoriko-geologo-geokhimicheskiy metod otsenki perspektiv neftegazonosnosti osadochnykh basseynov: (na primere Srednerusskogo neftegazonosnogo basseyna)* [Historical, geological and geochemical methods for assessing the prospects of petroleum potential of sedimentary basins: (on the example of the Central Russian petroleum Basin)]. Izv. AN SSSR. Ser. geol., 1971, no. 1, pp. 56-60.

Welte D.H. Horsfield B., Baker D.R. Petroleum and basin evolution. Insights from petroleum geochemistry, geology and basin modeling. Berlin, New York: Springer, 1997, 535 p.

© Сафронов П.И., Дешин А.А., 2020

