

Я. С. Апанасенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

**Аннотация.** В данной работе методом историко-геологического моделирования были реконструированы процессы нефтегазообразования юрских нефтегазопроизводящих толщ на территории Большехетской мегасинеклизы. Восстановлены процессы осадконакопления, прогрева отложений и генерации углеводородов. Оценены масштабы образованных юрскими нефтегазопроизводящими толщами углеводородов.

**Ключевые слова:** Большехетская мегасинеклиза, бассейновое моделирование, генерация углеводородов

## Modeling of hydrocarbon generation in the Jurassic oil and gas producing strata of the Bolshekhetskaya megasyncline

I. S. Apanasenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk

**Annotation.** The processes of oil and gas formation of Jurassic oil and gas producing strata in the Bolshekhetskaya megasyncline are reconstructed by the method of historic-geological modeling. Sedimentation processes are reconstructed. The values of the deep heat flow at the base of the sediments. Results are presented to quantify the amount of hydrocarbons.

**Key words:** basin modeling, hydrocarbons generation, Bolshekhetskaya megasyncline

### Введение

Район исследования расположен на севере Западной Сибири в районе обской и тазовской губы (рис. 1). В пределах Ямало-Ненецкого автономного округа. Исследуемый район является классическим примером территории, для которой характерно образование и аккумуляция углеводородов. На изучаемом районе сложились благоприятные палеообстановки для накопления и захоронения нефтематеринских толщ, богатых органическим веществом; за счет тектонических процессов формируется крупный очаг генерации и зоны нефтегазонакопления, формирование которых совпадает с интенсивными процессами нефтегазообразования. Все это способствовало формированию уникальных месторождений нефти и газа.

Наиболее крупными тектоническими элементами на территории исследования, выделяемыми в кровле верхнеюрского структурного яруса, являются Большехетская мегасинеклиза, которая занимает центральную часть территории исследования, на севере от ее простирается Мессояхская наклонная гряда.

В данной работе использовался метод историко-геологического моделирования, который заключается в численном восстановлении истории реализации генерационного потенциала нефтегазопроизводящими толщами с учётом всех этапов геологического развития осадочного бассейна

Цель данной работы – построение бассейновой модели на территории Большехетской мегасинеклизы, с учётом новых и накопленных в ИНГГ СО РАН данных о геологическом строении, палеобатиметрии и характеристик керогенов. Выполнить моделирование генерации углеводородов в юрских нефтегазопроизводящих толщах Большехетской мегасинеклизы, определить время их интенсификации, оценить масштабы генерации газообразных и жидких углеводородов.

Объектом исследования являются юрские нефтегазопроизводящие толщи Большехетской мегасинеклизы Западно-Сибирского осадочного бассейна.

### Методика исследования и характеристики модели

Была построена трехмерная модель района исследования. Структурный каркас модели охватывает весь разрез мезозойской-кайнозойского осадочного чехла района исследования. Для учета процессов уплотнения пород под давлением слоя воды в морских условиях были оцифрованы палеогеографические схемы, и на их основе построены карты глубин моря для мелового и юрского периодов на основе работ [1, 2, 3]. Тепловая история пород калибровалась на основе значения отражательной способности витринита ( $R^{\circ}vt$ ) [4, 5.] в кровле юрских отложений и современных температур в осадочном чехле. Тепловой поток принимался постоянным по времени.

На территории исследования в отложениях юры в качестве нефтегазогенерирующих толщ рассматривались баженовская, мальшевская, лайдинская, зимняя (левинская), и китерботская толщи. В качестве исходных данных использовались эффективные толщины нефтегазопроизводящих толщ, начальное содержание органического углерода ( $C_{org}$ ), а также тип органического вещества (керогена) и его кинетические характеристики (начальный генерационный потенциал, его распределение по энергиям активации и значения частотного фактора).

В работе были построены наборы карт времени вхождения и выхода нефтегазопроизводящих толщ в главную зону нефтегазообразования, в соответствии со шкалой катагенеза [6], а также схематические карты кумулятивных масштабов генерации газообразных и жидких углеводородов органическим веществом.

### Результаты моделирования

Результаты моделирования представлены на примере баженовского горизонта. Генерация углеводородов органическим веществом баженовского горизонта началась 135-130 млн лет назад, в валанжине. Очаг генерации жидких и газообразных углеводородов формируется в Северо-Тазовской мегавпадине, расположенной в северо-восточной части Большехетской мегасинеклизы.

Погружение пород баженовской нефтегазопроизводящей толщи (НГПТ) в зону мезокатагенеза  $MK_1^1$  в наиболее погруженных частях начало происходить 136 млн лет назад, в конце валанжина (рис. 2),  $MK_1^2$  – 120 млн лет назад, в конце апта,  $MK^2$  – 90 млн лет назад, в туроне. По результатам моделирования, на большей части территории исследования, породы баженовской НГПТ продолжают находиться в этих стадиях катагенеза. Лишь в наиболее погруженных северных частях Большехетской мегасинеклизы, вдоль южного склона Мессояхской наклонной гряды, породы баженовского горизонта начали входить в стадию мезокатагенеза  $MK_3^1$  (рис. 3).

Интенсивные процессы генерации углеводородов начались 90 млн лет назад, в середине турона, в северной части Большехетской мегасинеклизы. К середине палеоцена, 60-55 млн лет назад, очаг генерации значительно расширился в южном направлении. В это время были достигнуты максимальные значения динамики образования нефти и газа – 24 365 млн т/км<sup>2</sup> и 1 929 млрд. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> соответственно (рис. 4 и рис. 5). Наибольшее количество газообразных и жидких углеводородов было сформировано в наиболее погруженной северной и центральной частях Большехетской мегасинеклизы. Крупные очаги генерации отмечаются в Северо-Тазовской и Нерутинской мегавпадинах.

Суммарно породами баженовской нефтегазопроизводящей толщи было образовано 4 102 млрд м<sup>3</sup> газа и 51 147 млн тонн нефти (табл. 1).

Таблица 1

#### Количество генерированных жидких и газообразных углеводородов

Нефтегазопроизводящий горизонт	Нефть (млн тонн)	Газ (млрд м <sup>3</sup> )
Баженовский	205 501	16 483
Мальшевский	231 171	24 284
Лайдинский	5,3	1 903
Китерботский	859	11 605
Левинский	15,9	5 324
<b>Всего</b>	<b>437,5 млрд тонн</b>	<b>59,6 трлн м<sup>3</sup></b>

Общий объем генерированных жидких углеводородов составил 435,5 млрд тонн (табл. 1). Основная масса нефти была сформирована мальшевским и баженовским горизонтами, 52,8% и 46,9% соответственно. Суммарное количество генерированных газообразных углеводородов всеми нефтегазопроизводящими толщами составило 59,6 трлн м<sup>3</sup> (см. табл. 1). Около 40% от общего объема газообразных УВ сгенерировано органическим веществом мальшевского горизонта, 27,5% – баженовским горизонтом и 19,5% – китерботским горизонтом.

Динамика генерации углеводородов всеми нефтегазопроизводящими толщами представлена на рис. 6 и рис. 7. Процессы генерации углеводородов начались 135-130 млн лет назад, в валанжине. Основной объем углеводородов был сгенерирован к концу палеоцена, 50-40 млн лет назад. Пик генерации углеводородов приходится на период 65-60 млн лет назад, конец меловой – начало палеогеновой систем.

Основной очаг генерации зафиксирован в Северо-Тазовской мегавпадине, где отмечаются максимальные масштабы процессов нефтегазообразования. Также интенсивные процессы генерации углеводородов зафиксированы в Нерутинской мегавпадине, вдоль южного склона Мессояхской наклонной гряды и в центральной части Большехетской мегасинеклизы.

Суммарная генерация жидких и газообразных углеводородов юрскими нефтегазопроизводящими толщами наиболее интенсивно происходила 70 – 50 млн лет назад, что совпало по времени с формированием крупных ловушек за счет тектонических процессов. Совокупность этих факторов предопределила нефтегазоносность меловой части разреза на территории Большехетской мегасинеклизы.

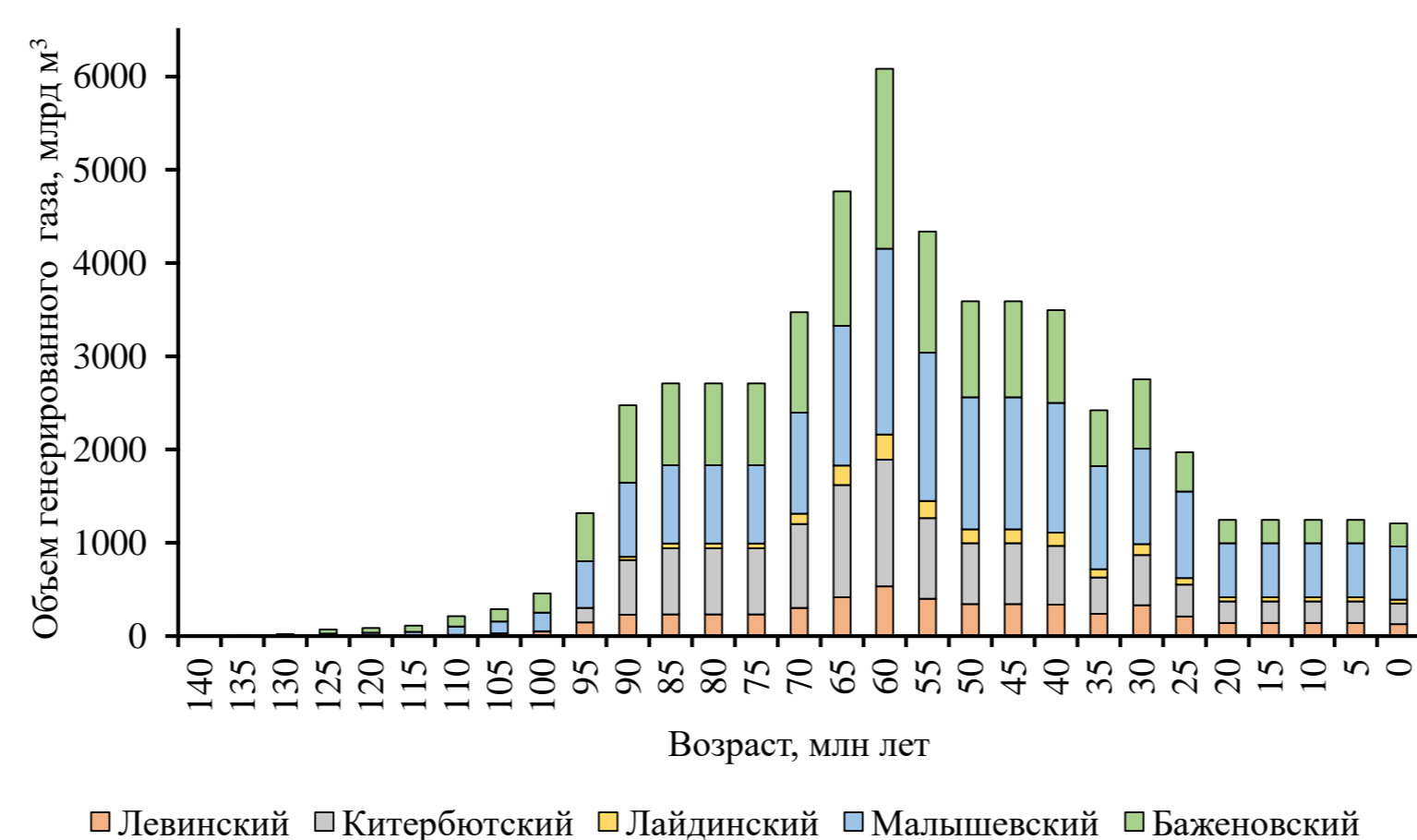


Рис. 6 Динамика генерации жидких углеводородов нефтегазопроизводящими толщами на территории исследования

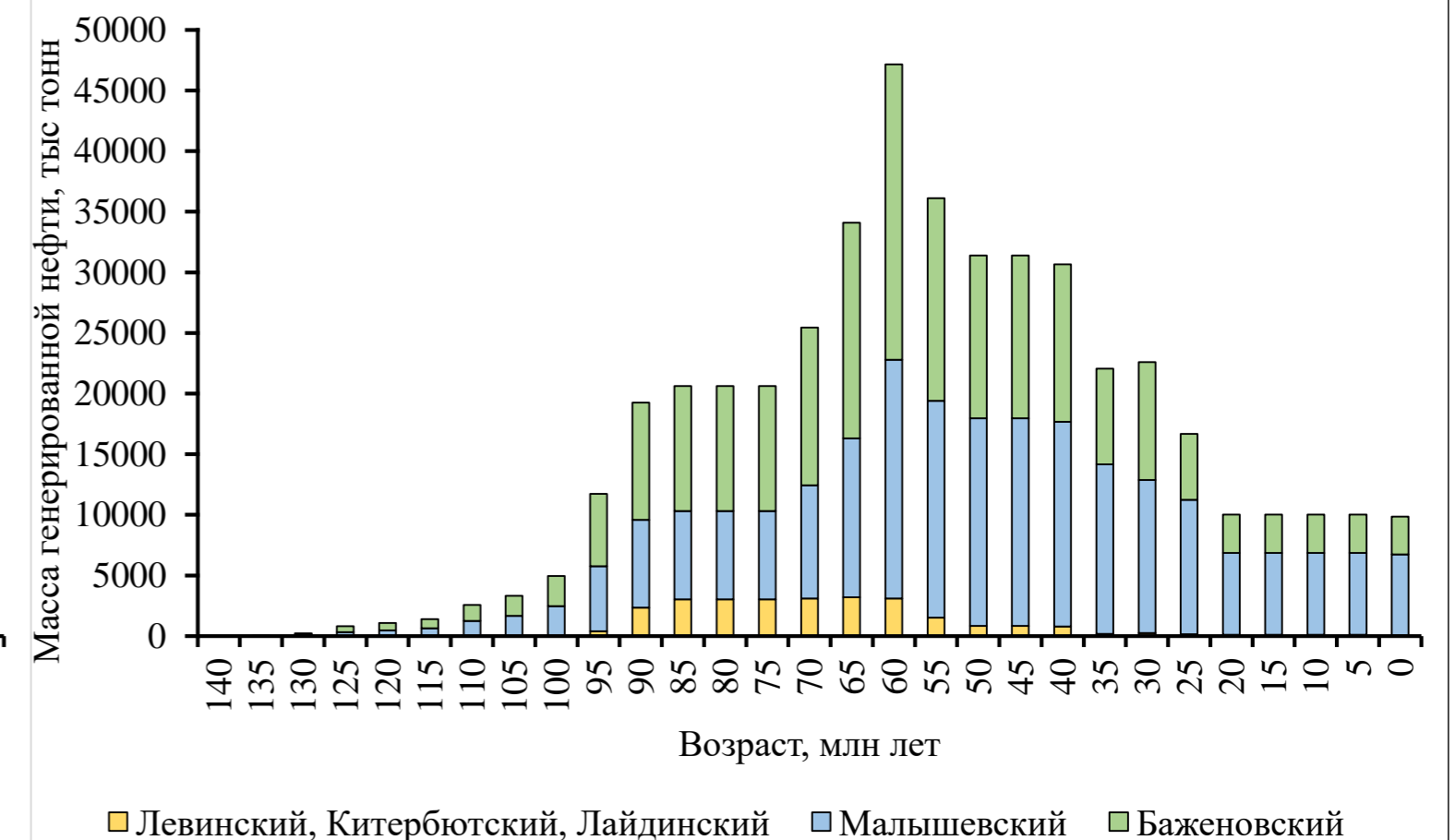


Рис. 7 Динамика генерации газообразных углеводородов нефтегазопроизводящими толщами на территории исследования

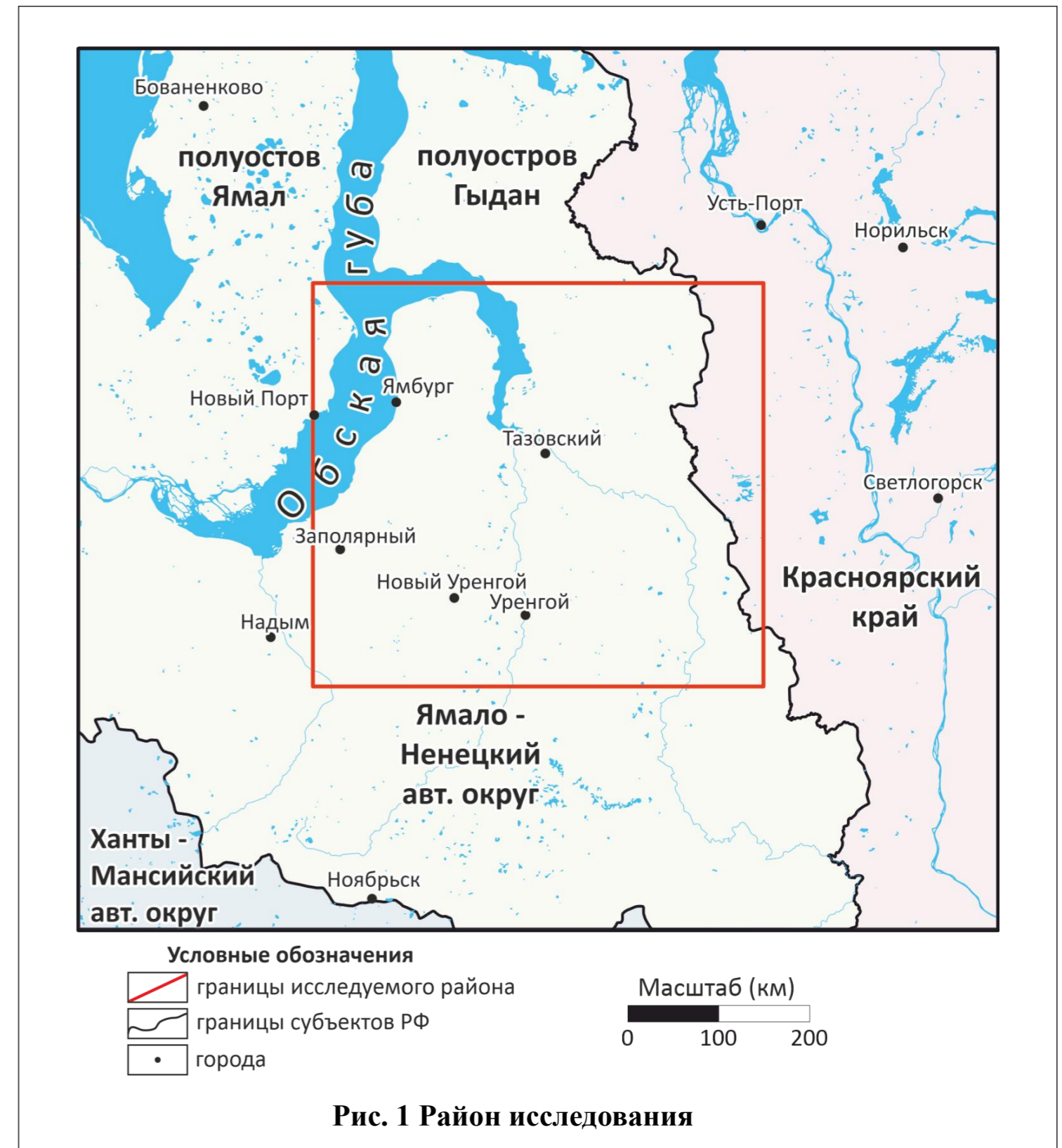


Рис. 1 Район исследования

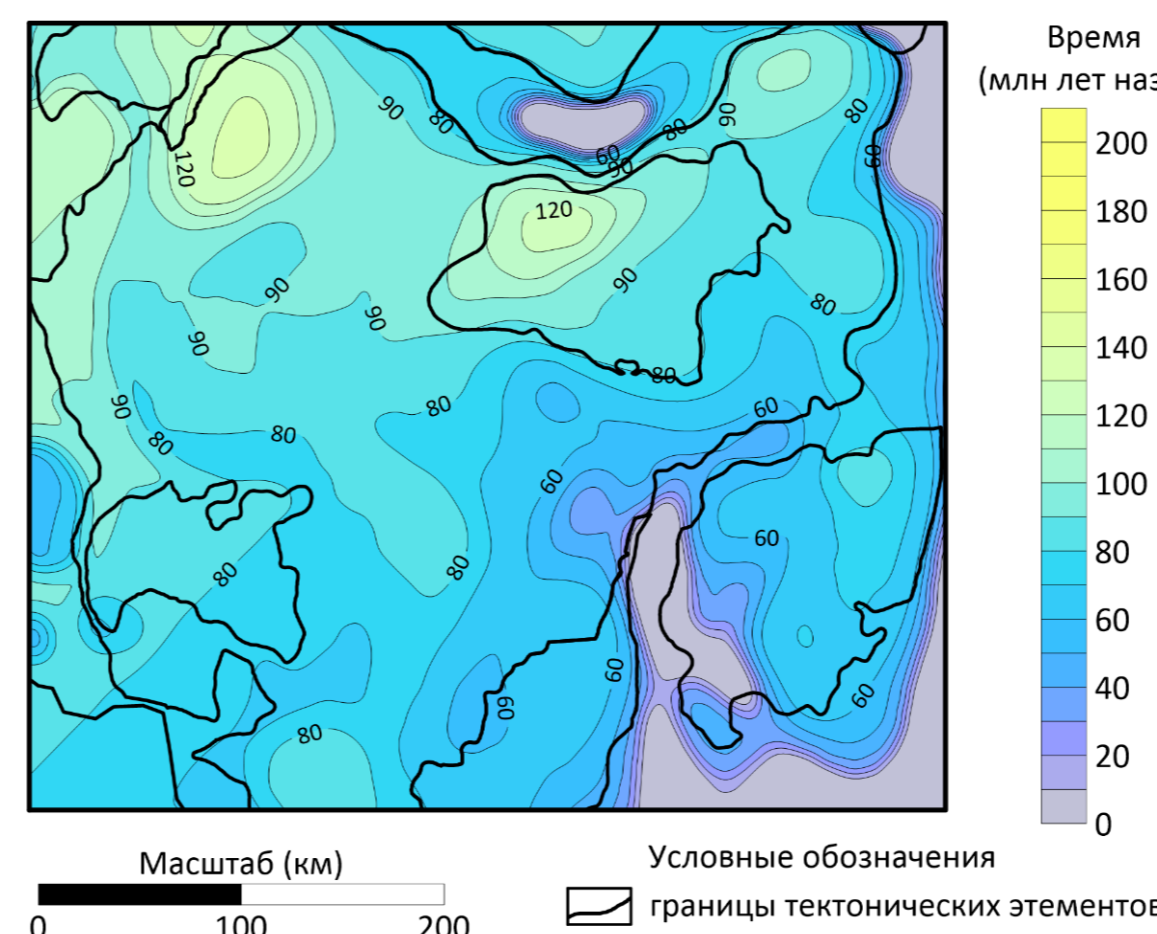


Рис. 2 Схематическая карта времени вхождения баженовского горизонта в главную зону нефтеобразования ( $R^{\circ}vt = 0.65\%$ )

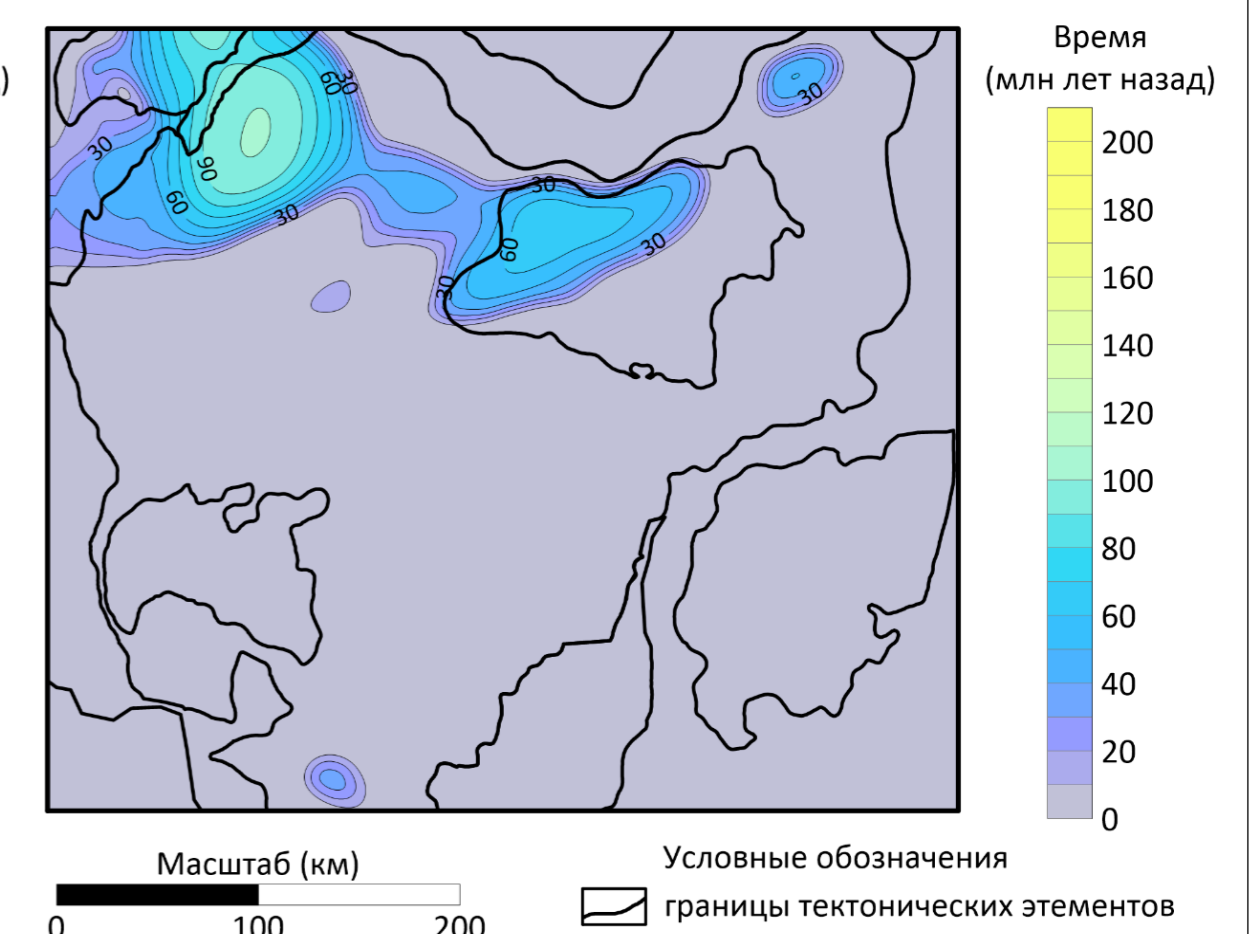


Рис. 3 Схематическая карта времени выхода баженовского горизонта из главной зоны нефтеобразования ( $R^{\circ}vt = 1.15\%$ )

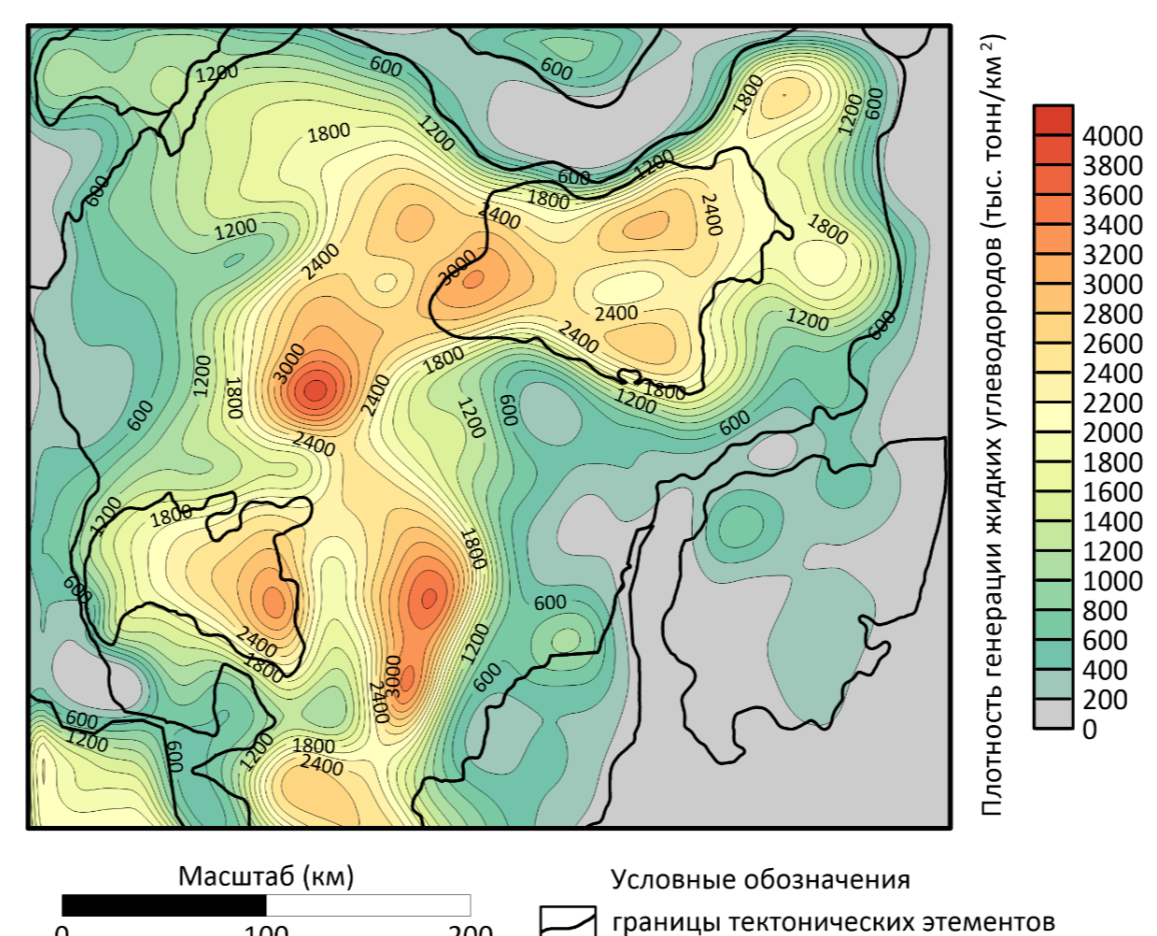


Рис. 4 Схематическая карта кумулятивных масштабов генерации жидких углеводородов органическим веществом баженовского горизонта на настоящее время

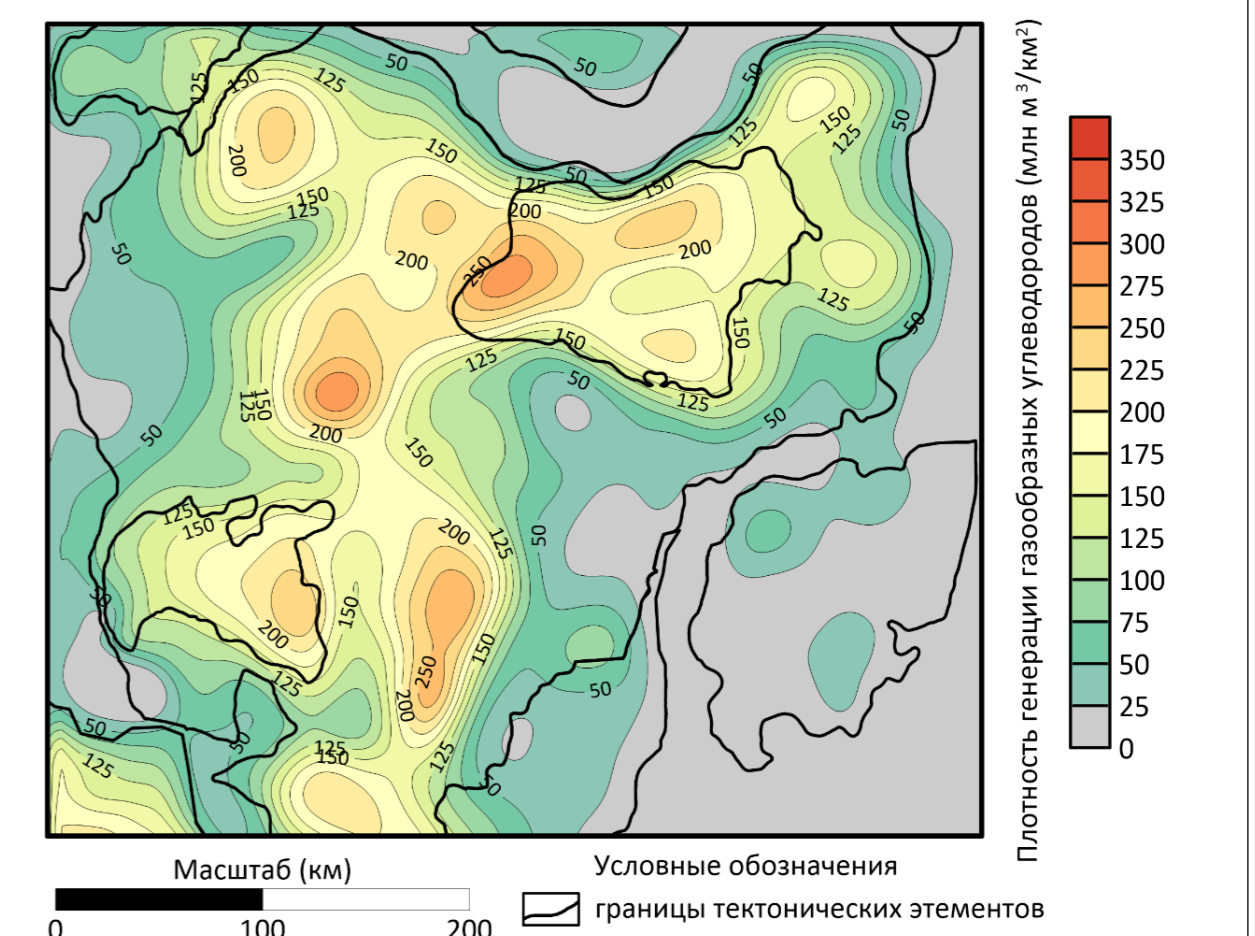


Рис. 5 Схематическая карта кумулятивных масштабов генерации газообразных углеводородов органическим веществом баженовского горизонта на настоящее время

### Список литературы

1. Казаненков, В.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в позднем байосе-бате / В.А. Казаненков // Геология и геофизика. – 2021. – Т. 62, № 8. – С. 1172-1187.
2. Конторович, А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье // – М.: Недра, – 1975. – 680 с.
3. Конторович, А.Э. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде / А.Э. Конторович, В.А. Конторович, С.В. Рыжкова, Б.Н. Шурыгин, Л.Г. Вакуленко, Е.А. Гайдебурова, В.П. Данилова, В.А. Казаненков, Н.С. Ким, Е.А. Костырева, В.И. Москвин, П.А. Ян // Геология и геофизика. – 2013 – Т. 54. – № 8. – С. 972 – 1012.
4. Конторович, А.Э. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде / А.Э. Конторович, С.В. Ершов, В.А. Казаненков, Ю.Н. Карогодин, В.А. Конторович, Н.К. Лебедева, Б.Л. Никитенко, Н.И. Попова, Б.Н. Шурыгин // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 5-6. – С. 745 – 776.
5. Фомин, А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна / А.Н. Фомин. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.
6. Фомин, А.Н. Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и палеозойских отложений северных районов Западно-Сибирского мегабассейна / А.Н. Фомин, А.Э. Конторович, В.О. Красавчиков // Геология и геофизика. – 2001. – Том 42. – № 11-12. – С. 1875 – 1887.