Научная статья
Original article
УДК 002.304

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЕТОК СКВАЖИН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ

INCREASING THE EFFICIENCY OF USE OF MODIFIED WELL GRIDS TO INCREASE OIL RECOVERY

Спирихин Максим Александрович, студент 2 курс, магистерская программа «Освоение месторождений арктического шельфа», Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Архангельска
Научный руководитель: Дорфман Михаил Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры «бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений», Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Архангельска

Spirikhin Maxim Alexandrovich, 2nd year student, master's program "Development of deposits of the Arctic shelf", Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk
Supervisor: Dorfman Mikhail Borisovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Well Drilling, Development of Oil and Gas Fields, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

Аннотация: Статья посвящена теме разработки нефтегазовых месторождений различными способами, в частности, влияние различных типов сеток скважин на технологические и экономические показатели разработки продуктивных пластов. Исследования проводится на примере Лабаганского месторождения, находящегося в Ненецком автономном округе Российской Федерации и принадлежащем к Тимано-Печорской нефтегазовой провинции. В материале выполнен сравнительный анализ каждого из способов разработки и эксплуатации месторождений, выявлены ретроспективные закономерности, приведены статистические данные, на основе которых перечислены сильные и слабые стороны каждого из вариантов.

Annotation: The article is devoted to the development of oil and gas fields in various ways, in particular, the influence of various types of well grids on the course of processes and the quantitative and qualitative results obtained. The research is carried out on the example of the Labaganskoye field, located in the Nenets Autonomous Okrug of the Russian Federation and belonging to the Timano-Pechora oil and gas province. The material contains a comparative analysis of each of the methods of development and operation of deposits, revealed retrospective patterns, provides statistical data, on the basis of which the strengths and weaknesses of the methods are listed

Ключевые слова: нефть и газ, скважины, сетки скважин, параметры разработки, способы разработки, системы разработки.

Keywords: oil and gas, wells, well grids, development parameters, development methods, development systems.

На примере Лабаганского месторождения рассмотрим влияние различных сеток скважин на параметры разработки. Ниже представлена модель пласта D1 Лабаганского месторождения, а также структурная карта, информация по распределению пористости и проницаемости по пласту. Построение модели вели в программном комплекс tNavigator, массовые

подвижные запасы модели составляют 6,2 млн т, погрешность с запасами, подсчитанными аналитическим способом, составляют $\Delta \approx 2{,}1\,\%$, что свидетельствует о достоверности модели [1,2]. На примере пласта D1 проведем сравнение вариантов разработок с различными сетками скважин.

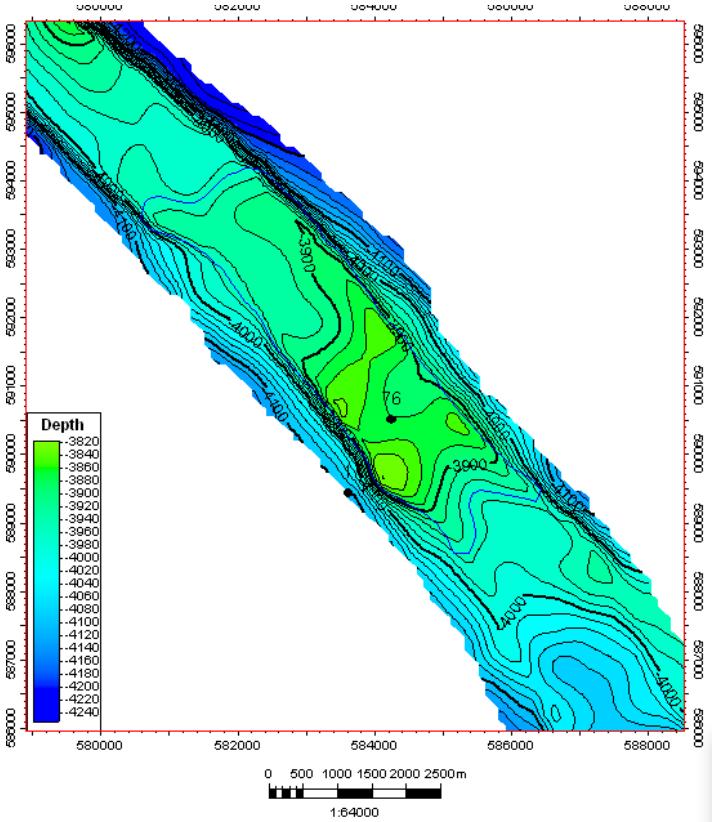

Рисунок 1 – Структурная карта пласта D1

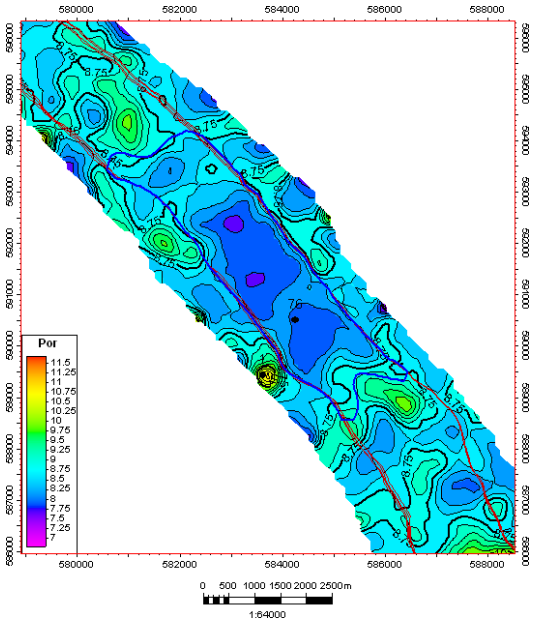

Рисунок 2 – Карта пористости пласта D1

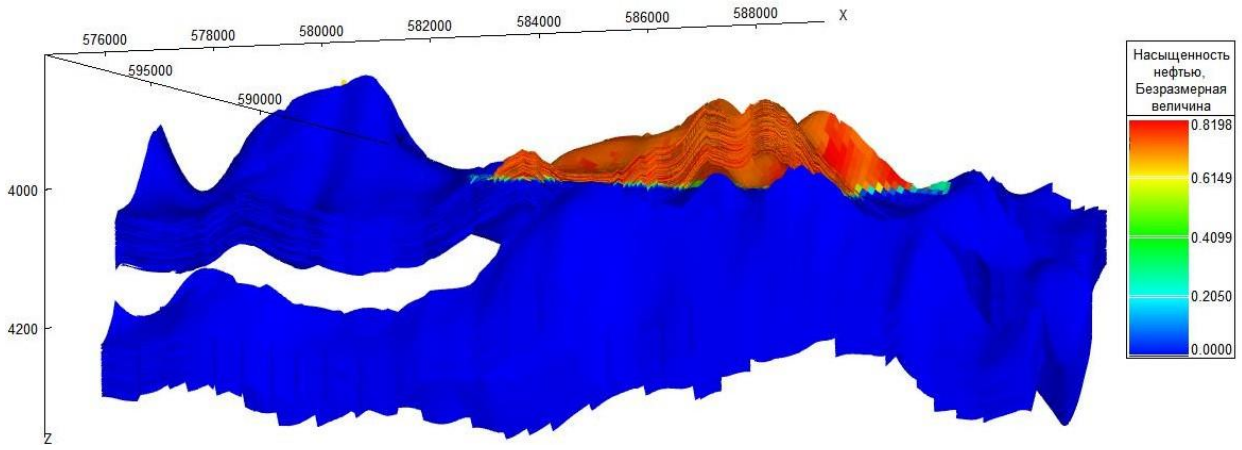

Рисунок 3 – Гидродинамическая модель пласта D1

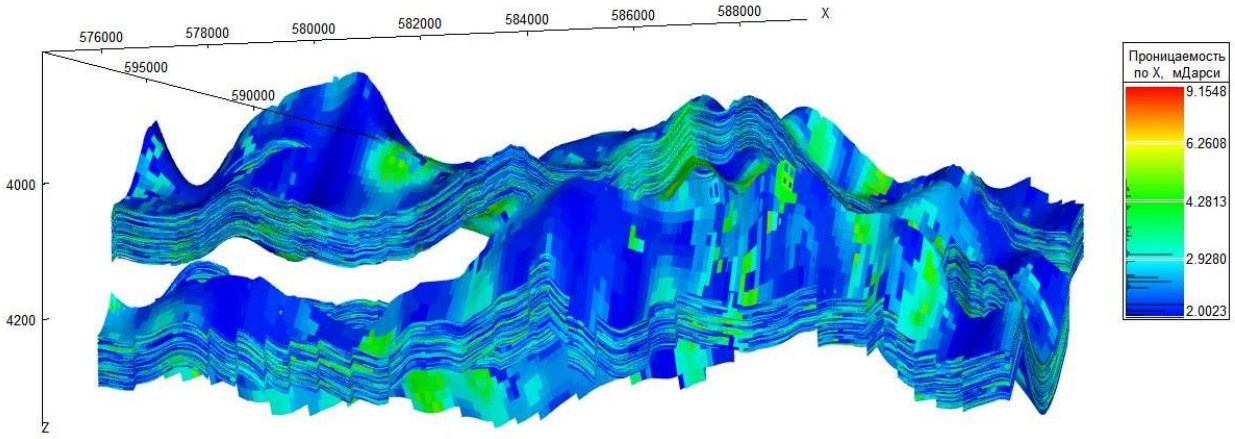

Рисунок 4 – Модель с проницаемостью пласта

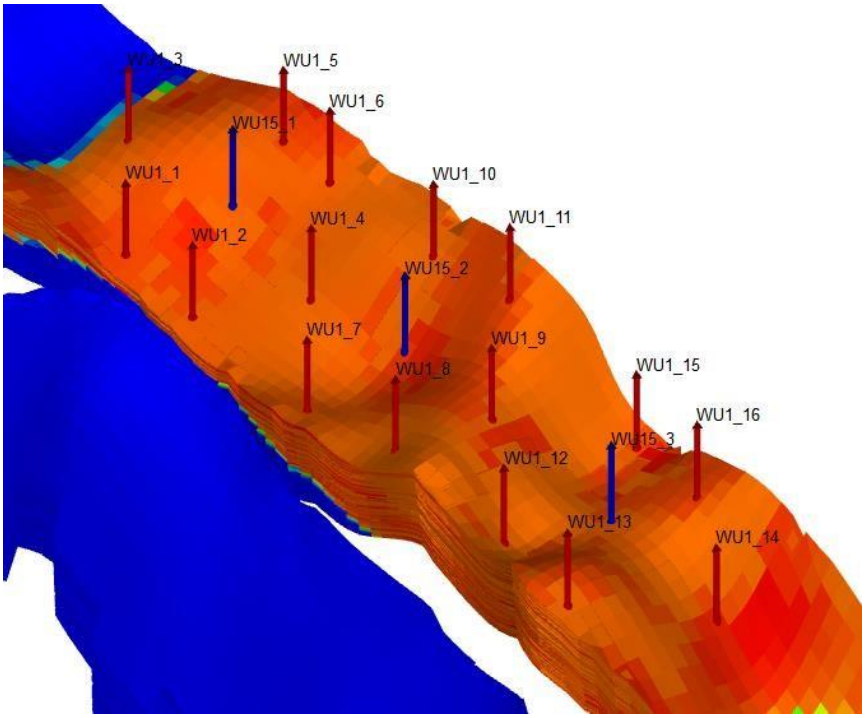

Рисунок 5 – Демонстрация семиточечной системы разработки

Рассмотрим вариант с семиточечной системой разработки пласта. Ниже представлены графики накопленной массовой добычи по годам, а также график дебитов нефти и воды для одной из скважин. Расчет вели на 70 лет, накопленная добыча составила 2,59 млн т. Всего 16 добывающих и 3 нагнетательных скважины. На практике для таких условий (низкая проницаемость) скорее всего сразу после бурения провели бы ГРП, скважина работала бы несколько десятков лет на повышенных дебитах, после чего последовало бы ее обводнение и ликвидация вследствие нерентабельности.

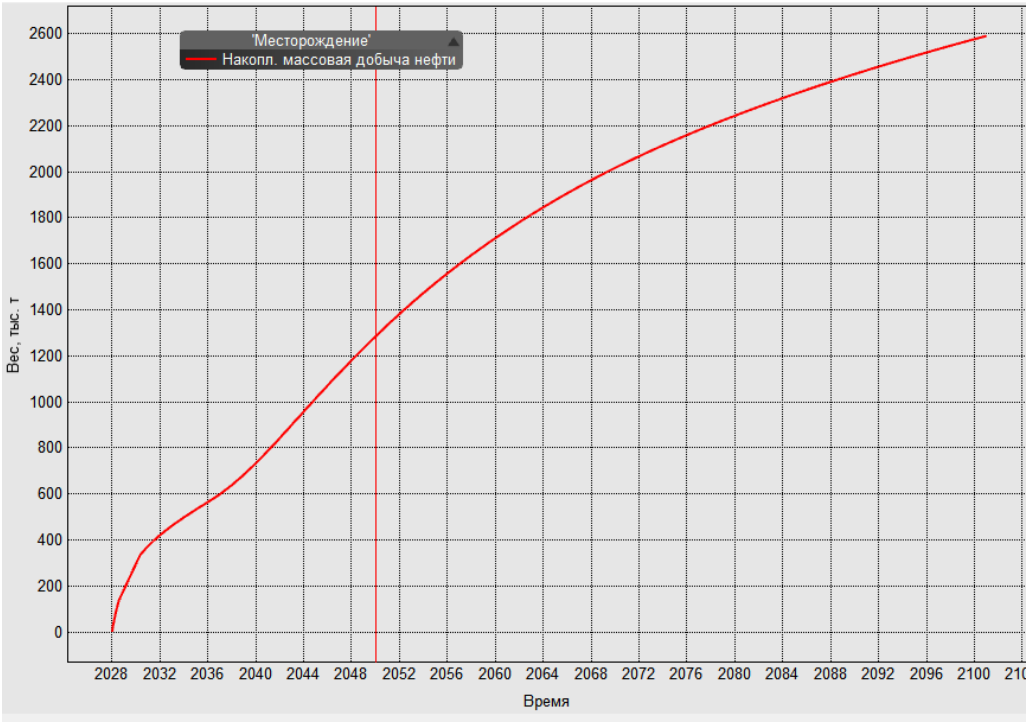

Рисунок 6– Накопленная массовая добыча для второго варианта

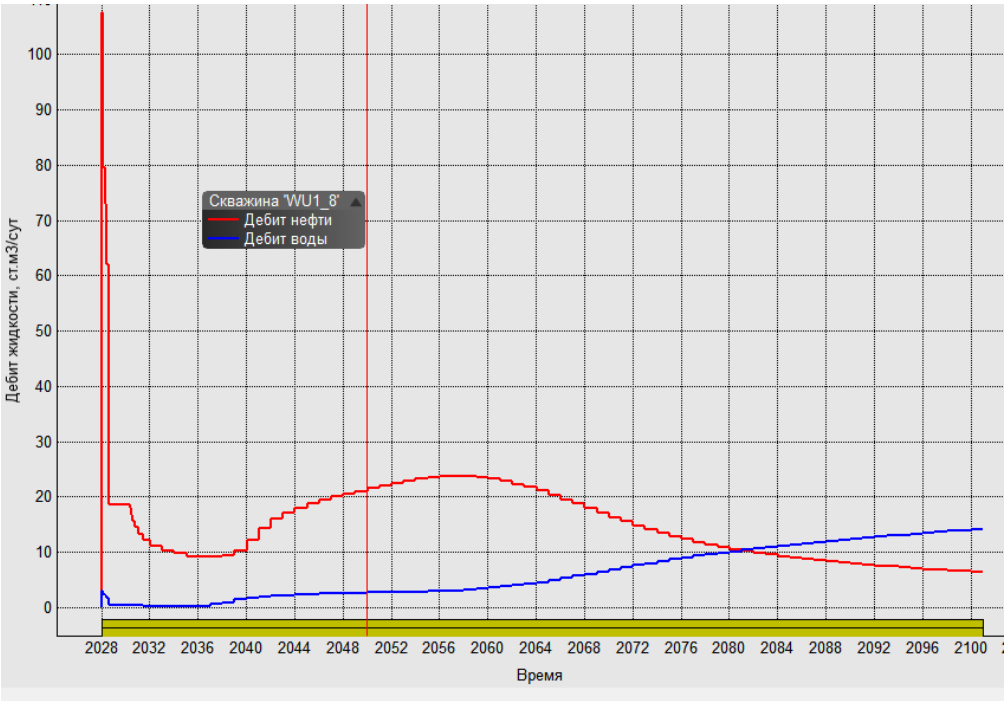

Рисунок 7 - Графики дебитов для одной из скважин второго варианта

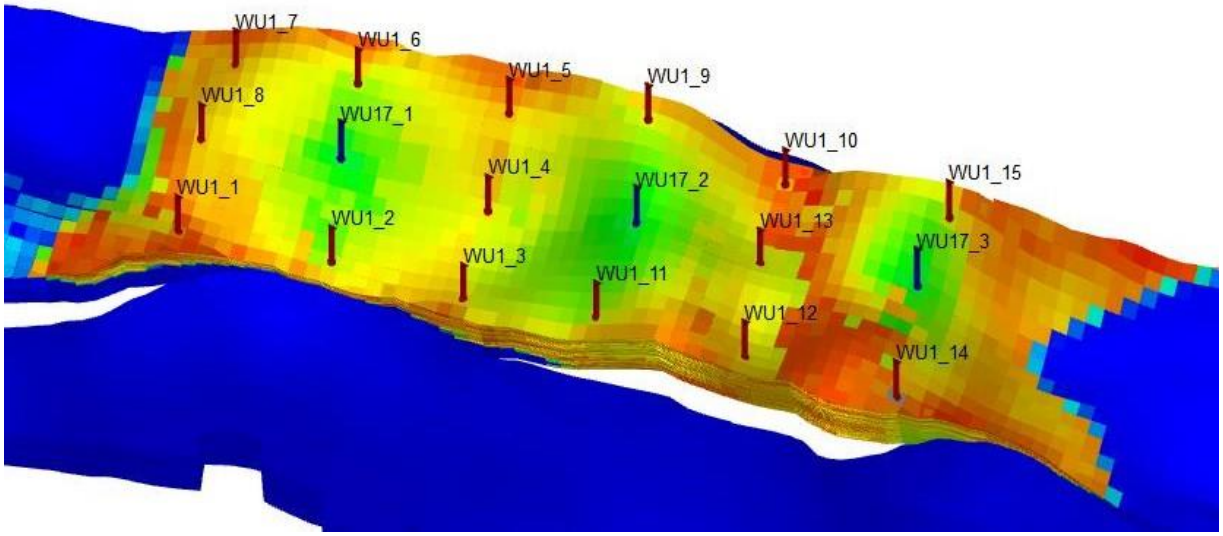

Рисунок 8 – Демонстрация девятиточечной системы разработки

Рассмотрим вариант с девятиточечной системой разработки пласта. Ниже представлены графики накопленной массовой добычи по годам, а также график дебитов нефти и воды для одной из скважин. Расчет вели на 70 лет, накопленная добыча составила 2,55 млн т. Всего 15 добывающих и 3 нагнетательных скважины.

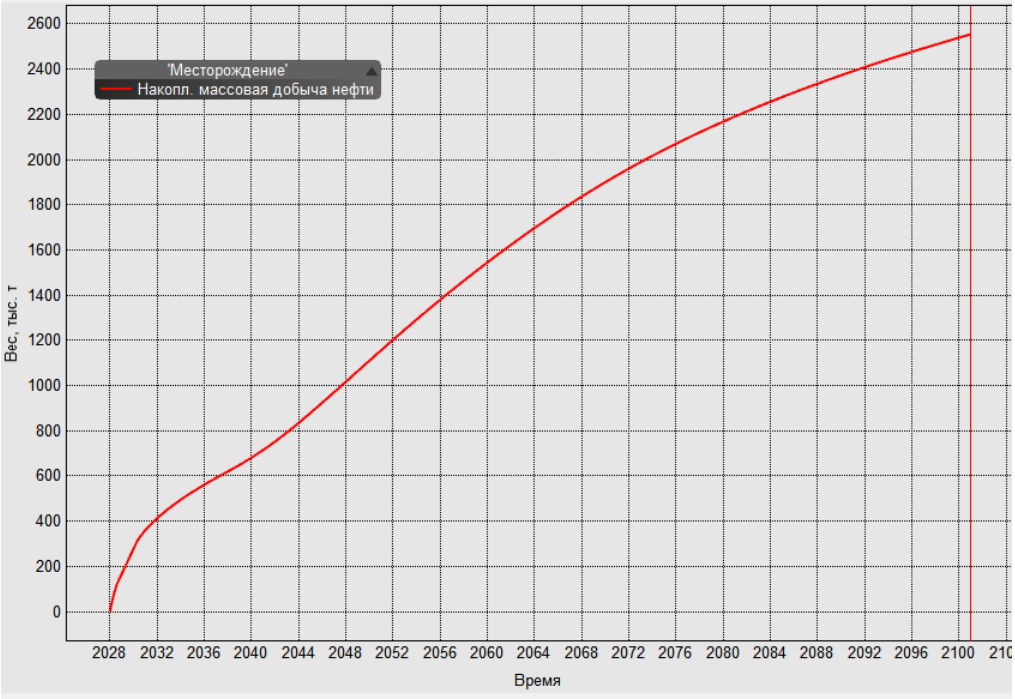

Рисунок 9 – Накопленная массовая добыча при девятиточечной системе

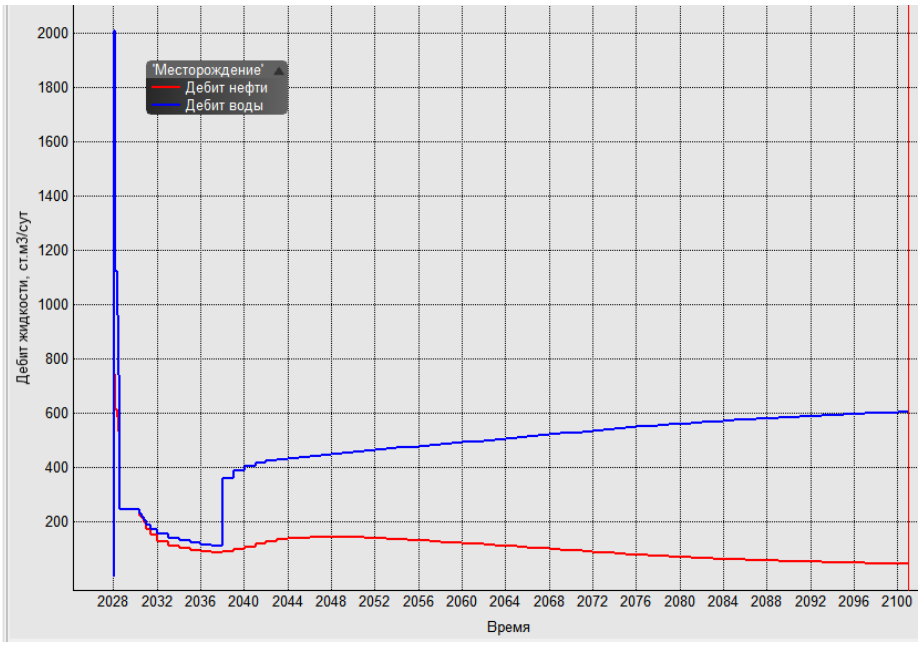

Рисунок 10 – Показатели дебитов нефти и воды при девятиточечном методе

Рассмотрим также систему разработки с блочным заводнением (пласт разобьем на 2 участка, каждый будет оконтурен системой ППД).

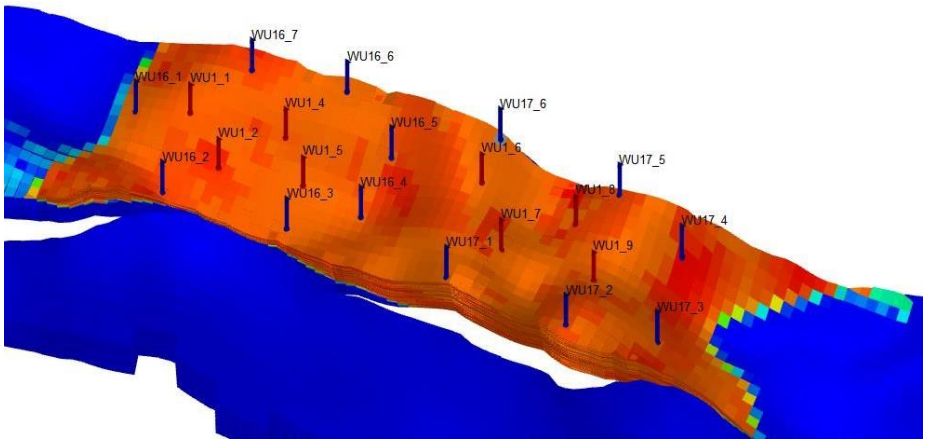

Рисунок 11 – Демонстрация метода блочного заводнения

Ниже представлены графики накопленной массовой добычи по годам, а также график дебитов нефти и воды для одной из скважин. Расчет вели на 70 лет, накопленная добыча составила 2,29 млн т. Всего 8 добывающих и 13 нагнетательных скважин.

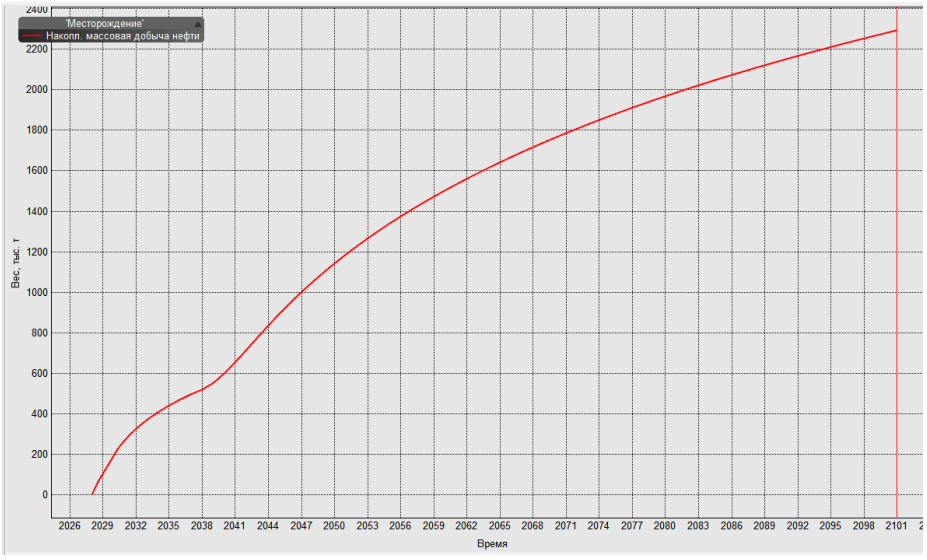

Рисунок 12 – Накопленная массовая добыча путем метода блочного заводнения

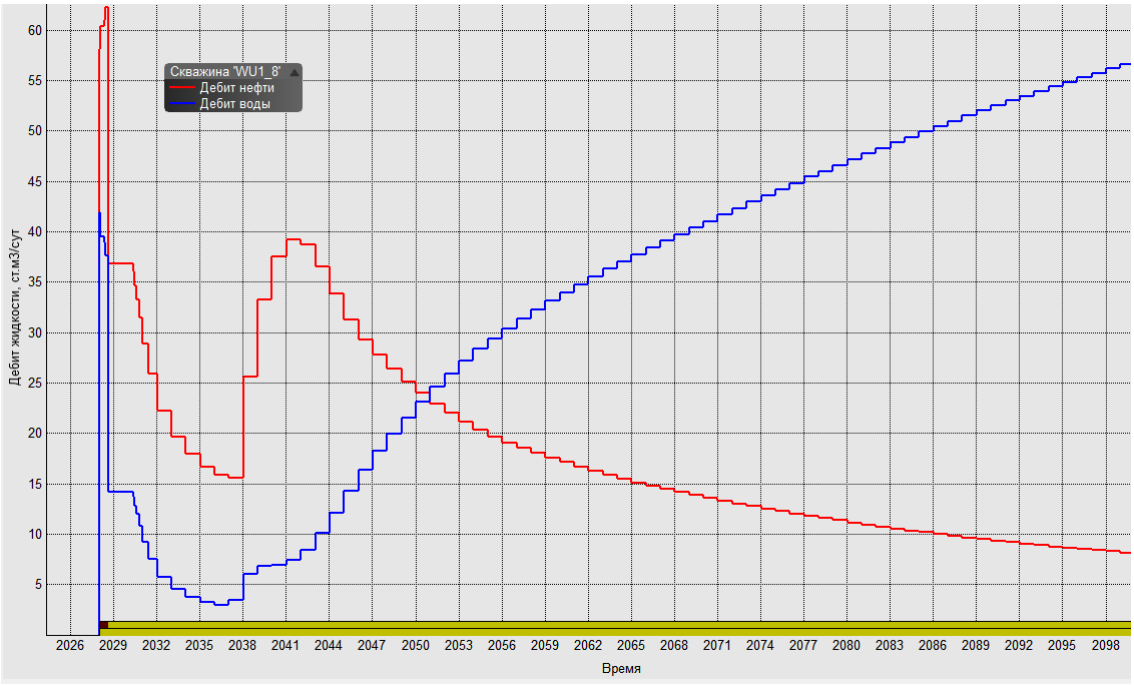

Рисунок 13 – Дебиты для нефти и воды по отдельно взятой скважине

Рассмотрим систему разработки с модифицированной сеткой, где двухрядная система разработки переходит в площадную пятиточечную.

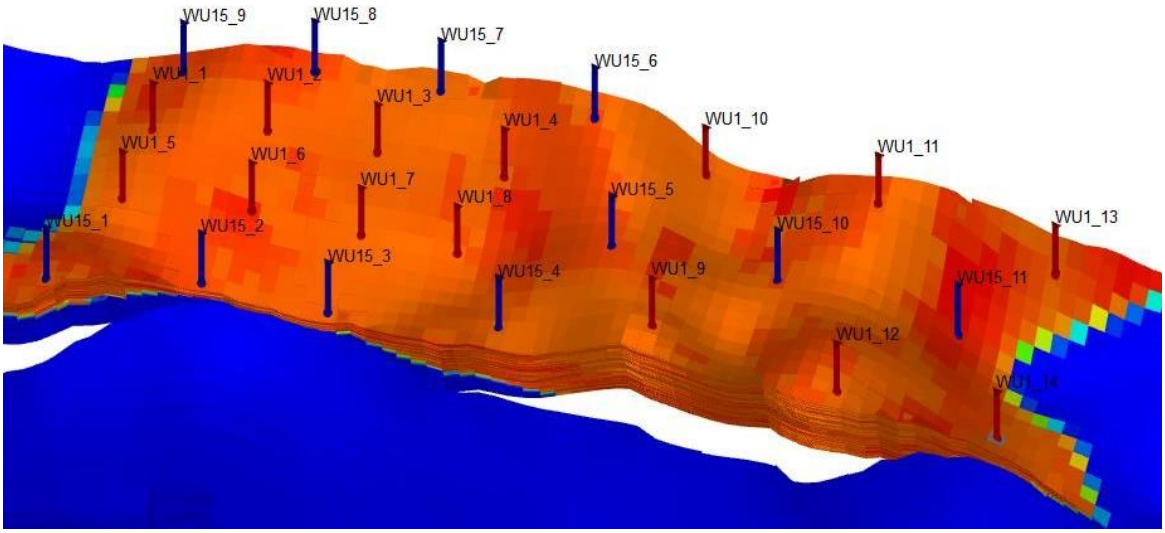

Рисунок 14 – Разработка с помощью модифицированной сетки

Ниже представлены графики накопленной массовой добычи по годам, а также график дебитов нефти и воды для одной из скважин. Расчет вели на 70 лет, накопленная добыча составила 2,65 млн т. Всего 14 добывающих и 11 нагнетательных скважин.

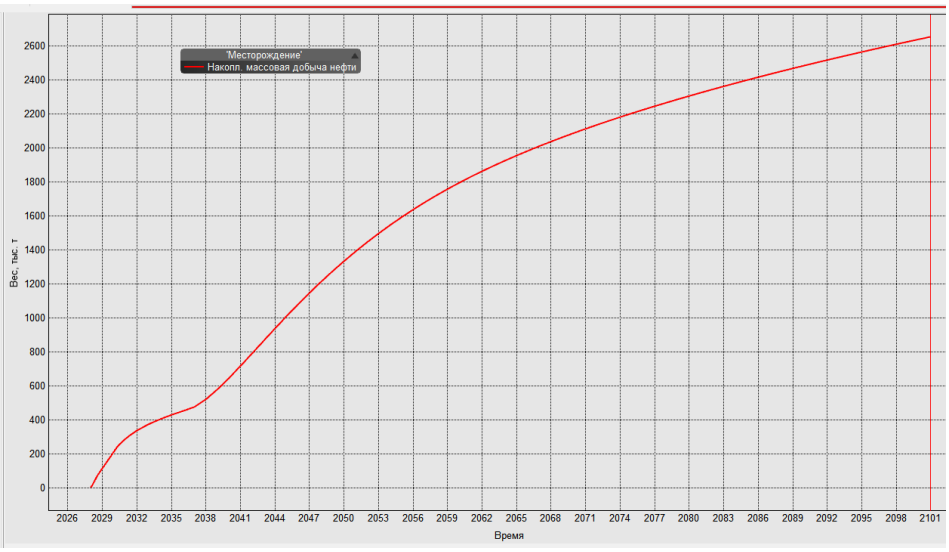

Рисунок 15 – Накопленная массовая добыча при разработке методом модифицированной сетки

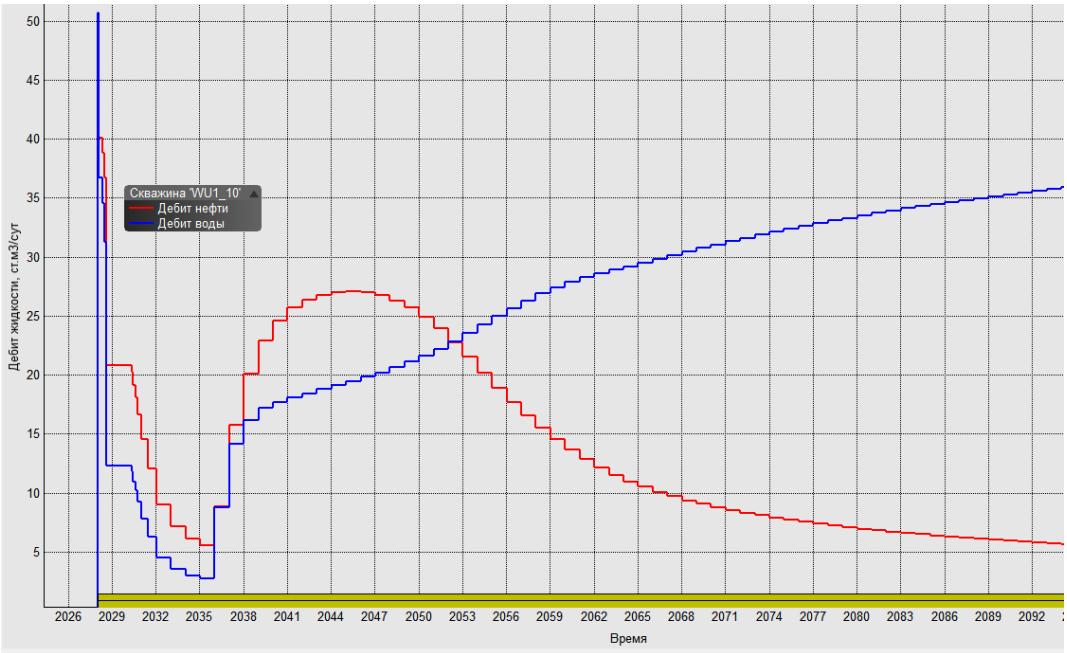

Рисунок 16 - Дебиты для нефти и воды по одной скважине

В данной работе на основе гидродинамической модели пласта D1 Лабаганского месторождения было проведено сравнение различных сеток скважин на основе рассчитанных по годам накопленных показателей добычи. Основой для выбора сетки выступают результаты поисково-разведочного бурения, анализа информации по коллекторским свойствам породы и физико-химическим свойствам флюида, а также проходит проверку на этапе пробной эксплуатации.

Не существует единой рациональной системы разработки для всех месторождений. Даже для одного месторождения одна система разработки может рекомендоваться для одних участков, другая для других, т.е. оптимальное размещение скважины должно обеспечить технологичность выемки полезного ископаемого и получение наивысших технико-экономических показателей. На этапе разработки сетки разбуривания месторождения необходимо определить следующие параметры:

- расположение скважин относительно друг друга
- расстояние между забоями скважин
- порядок ввода скважин в эксплуатацию
- соотношение добывающих и нагнетательных скважин

Необходимо также принимать во внимание нормативные акты, регламентирующие правила разработки нефтяных месторождений. Так, например, в «Правилах охраны недр» прописано, что запрещается интенсивно разрабатывать отдельные богатые на ископаемые нефтенасыщенные участки, что ведет в дальнейшем к необоснованным потерям и обесцениванию запасов [3].

Остановимся подробнее на выборе сетки скважин и системе заводнения, приведем некоторые общие рекомендации.

Наиболее благоприятными объектами для осуществления законтурного заводнения являются пласты, сложенные однородными песками или

песчаниками с хорошей проницаемостью и не осложненные тектоническими нарушениями. Законтурное заводнение в пластах, сложенных известняками, не всегда может дать положительные результаты, так как в них отдельные участки могут не сообщаться с остальной площадью системой каналов и трещин.

Система заводнения с разрезанием залежи на отдельные площади (очаговое) применяется на крупных месторождениях платформенного типа с широкими водонефтяными зонами. Эти зоны отрезают от основной части залежи и разрабатывают по самостоятельной системе.

На средних и небольших по размеру залежах применяют поперечное разрезание их рядами нагнетательных скважин на блоки (блоковое заводнение) с размещением между двумя нагнетательными рядами не более 3–5 рядов добывающих скважин. При высокой продуктивности оправдали себя пятирядные системы, при средней и малой – соответственно трехрядные и однорядные.

С целью расположения резервных скважин, интенсификации и регулирования разработки месторождений применяют схемы очагового и избирательного заводнения, в этом случае нагнетательные и добывающие скважины располагают не всоответствии с принятой упорядоченной системой разработки, а на отдельных выборочных участках пластов.

Площадное заводнение эффективно при разработке объектов со значительной площадью нефтеносности с малопроницаемыми коллекторами. Его эффективность увеличивается с повышением однородности, толщины пласта, а также с уменьшениемвязкости нефти.

Важное преимущество площадных систем заводнения перед рядными заключается в рассредоточенности воздействия скважин на пласт. Это имеет существенное значение при разработке сильно неоднородных по площади пластов. В то же время рядные системы предпочтительны для разработки пластов, сильно неоднородных по разрезу.

Основной недостаток систем площадного заводнения – назначение скважин и их расположение на площади определяют на стадии проектирования, когда особенности строения пласта не выявлены. В результате часть проектного фонданагнетательных скважин не реализуется, так как приемистость их низкая.

Литература

1. Маклецов Е.В., Чистяков А.А. Отчет о научно-исследовательской работе, подсчет запасов нефти и растворенного газа ТЭО КИН Лабаганского месторождения нефти имени В.Шмергельскогоб, в 5 книгах, Уфа 2015
2. Пакет геолого-геофизической информации по Лабаганскому им. В.Шмергельского участку недр, Федеральное агентство по недропользованию. Управление по недропользованию по Ненецкому автономному округу, Нарьян-Мар, 2019 - 45 с
3. Правила охраны недр ПБ 07-601-03, Москва, Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России» 2018 – 60 с
4. Требс В.Р., Кудяшев Г.Д. Отчёт о проведении опытно-методических работ «Обобщение геолого-геофизических материалов и оперативный подсчёт запасов углеводородов по площадям северной части Тимано-Печорской провинции», ПГО «Архангельскгеология», Архангельск, 1987 – 77 с
5. Гиматудинов Ш.К. Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений М.: Недра, 1876. — 310 с
6. Кутлубулатов А.А., Кулаков П.А. Модели элементов гидросистемы продуктивных пластов// Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2014. – № 5. – С. 119-133. [Электронный доступ] - https://cyberleninka.ru/article/n
7. Соколов, В. С. Моделирование разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие / В. С. Соколов. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. — 146 с

Literature

1. Makletsov E.V., Chistyakov A.A. Report on research work, calculation of oil and dissolved gas reserves Feasibility study of the oil recovery factor of the Labagan oil field named after V. Shmergelsky, in 5 books, Ufa 2015
2. A package of geological and geophysical information for the Labaganskoye named after. V. Shmergelsky subsoil plot, Federal Agency for Subsoil Use. Department for Subsoil Use in the Nenets Autonomous Okrug, Naryan-Mar, 2019 - 45 s
3. Rules for the protection of subsoil PB 07-601-03, Moscow, State Unitary Enterprise "Scientific and Technical Center for Safety in Industry of the Gosgortekhnadzor of Russia" 2018 - 60 s
4. Trebs V.R., Kudyashev G.D. Report on the implementation of experimental and methodological work "Generalization of geological and geophysical materials and operational calculation of hydrocarbon reserves in the areas of the northern part of the Timan-Pechora province", PGO "Arkhangelskgeologia", Arkhangelsk, 1987 - 77 c
5. Gimatudinov Sh.K. Development and operation of oil, gas and gas condensate fields M.: Nedra, 1876. - 310 p.
6. Kutlubulatov A.A., Kulakov P.A. Models of elements of the hydraulic system of productive formations// Electronic scientific journal "Oil and Gas Business". - 2014. - No. 5. - C. 119-133. [Electronic access] - https://cyberleninka.ru/article/n
7. Sokolov, V. S. Modeling the development of oil and gas fields: a tutorial / V. S. Sokolov. - Tyumen: Tsogu, 2014. - 146 p.

© Дорфман М.Б., Спирихин М.А., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №4/2022.

Для цитирования: Дорфман М.Б., Спирихин М.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЕТОК СКВАЖИН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №4/2022.