УДК 532.546.3

АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ЕГО ЗАВОДНЕНИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОКСИ-МОДЕЛИ

AUTOMATION OF AN OIL FIELD DEVELOPMENT ENGINEERING PARAMETERS DURING ITS WATERFLOODING CALCULATION WITH PROXY MODEL

Назипов Владислав Тимурович
студент 4 курса бакалавриата,
направление «Нефтегазовое дело»,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
nazipovvt@yandex.ru

Мугатабарова Альбина Акрамовна
доцент, кандидат технических наук,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
mugatabarova@mail.ru

Аннотация. В работе предлагается использование альтернативы сложным гидродинамическим моделям в виде прокси-модели. Она оформлена в виде удобного веб-приложения и основана на теории непоршневого вытеснения нефти водой. Веб-приложение позволяет быстро и оперативно получать технологические параметры разработки месторождения, а также поддерживает импортирование полученных данных в виде файла формата CSV, который может быть открыт в программе MS Excel для дальнейших анализов и расчетов. Для апробации веб-приложения были взяты данные с объекта реального месторождения и получены технологические показатели.

Ключевые слова: прокси-модель, теория Бакли-Леверетта, веб-приложение, автоматизация расчетов, вытеснение нефти водой.

Nazipov Vladislav Timurovich
Fourth Grade Bachelor Student
of «Petroleum Engineering» Major,
Ufa State Petroleum Technological University
nazipovvt@yandex.ru

Mugatabarova Albina Akramovna
Associate Professor,
Candidate of Engineering Sciences,
Ufa State Petroleum Technological University
mugatabarova@mail.ru

Annotation. The paper proposes the use of an alternative to complex hydrodynamic models in the form of a proxy model. The proxy model is designed as a convenient web application and is based on the of non-piston displacement of oil by water, or the Buckley-Leverett theory. The web application allows to quickly and efficiently obtain the required oil field development engineering parameters and also supports importing the obtained data in the form of a CSV file that can be opened in MS Excel for further analysis and calculations. For the approbation of the web application data were taken from the real oil field object and oil field development engineering parameters were calculated.

Keywords: proxy model, the Buckley-Leverett theory, calculation automation, water-oil displacement.

Введение

Использование комплексных программных средств, как, tNavigator, TempestMORE и т.д., для создания геологических и фильтрационных моделей месторождений, имеет характерные недостатки в виде увеличения временных и трудовых затрат, что, несомненно, влияет на срок ввода месторождения в разработку.

Быстрота и оперативность выполнения технологических расчетов и определения эффективности мероприятий по увеличению нефтеотдачи является важным условием для эффективной разработки. Необходима альтернатива классическим комплексным гидродинамическим моделям в виде простых численных аналитических моделей, которые основаны на физических законах и эмпирических зависимостях.

В данной работе для автоматизации расчета технологических показателей при разработке нефтяного месторождения с помощью заводнения предлагается использовать прокси-модель, основанную на теории Бакли-Леверетта [1–3]. В качестве реализации прокси-модели было принято решение об использовании веб-технологий для создания веб-приложения.

Веб-приложение было написано с помощью стандартизированного языка разметки веб-страниц HTML, языка стилизации CSS и языка JavaScript. Графики были созданы с помощью библиотеки JavaScriptChart.js (MITLicense) [4]. Полученные результаты могут быть импортированы в виде файла CSV [5].

Апробация веб-приложения

Для апробации веб-приложения был осуществлен расчет технологических показателей на 30 лет для объекта 1 месторождения X с применением различных вариантов разработки: с помощью однорядной, пятиточечной, семиточечной и девятиточечной систем разработки [5].

Результаты расчета приведены в таблице 1. Графически оформленные результаты представлены в [5] и на рисунках 1–2.

Таблица 1 – Показатели разработки объекта 1 месторождения X

Показатель/Система	1-рядная	5-точечная	7-точечная	9-точечная
Год обводнения, год	2,70	2,36	6,14	9,45
Добыча жидкости, млн т	1387,50	1591,04	590,26	375,24
Добыча нефти, млн т	106,04	117,14	123,90	118,01
Добыча воды, млн т	1281,46	1473,900	466,36	257,24
Конечная нефтеотдача, д. ед.	0,44	0,44	0,42	0,41
Конечная обводненность, д. ед.	0,99	0,99	0,98	0,97

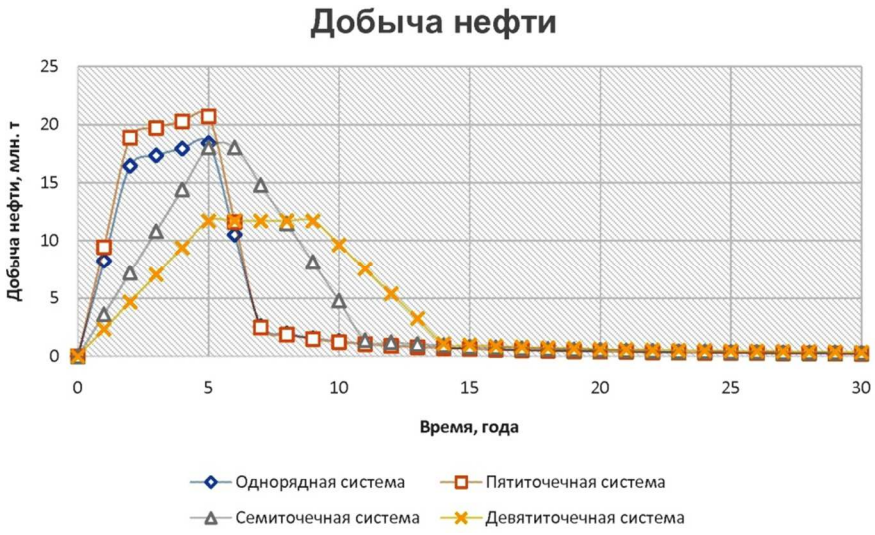

Рисунок 1 – Графики добычи нефти при использовании различных систем разработки

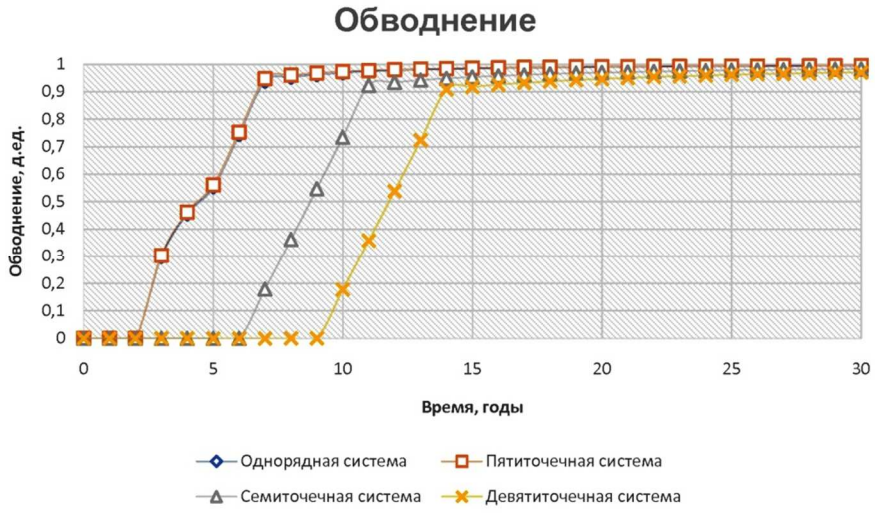

Рисунок 2 – Графики обводнения при использовании различных систем разработки

Таким образом, максимальные показатели по добыче нефти будут наблюдаться при использовании однорядной и пятиточечной систем разработки, которые равняются 20,7 млн т. Также максимальные значения нефтеотдачи на 30-й год достигаются при однорядной и пятиточечной системах и равняются 0,444. Минимальные показатели достигаются при использовании девятиточечной системы

и равняются 11,7 млн т. Периода постоянной добычи нефти удалось добиться при использовании семиточечной и девятиточечной систем разработки, т.к. формированию этого периода в основном способствует время безводной добычи нефти, которое, зависит от объема пор пласта, подверженныхзаводнению, и площади используемого элемента разработки.

Наибольшее значение обводненности были получены при использовании однорядной и пятиточечной систем разработки. Из-за непродолжительного времени безводной добычи обводнение скважин наступало гораздо раньше, чем при использовании семиточечной и девятиточечной систем разработки.

Выводы

В данной работе для автоматизации расчетов технологических показателей разработки месторождения с помощью заводнения была предложена прокси-модель в виде веб-приложения, основанная на теории Бакли-Леверетта.

Веб-приложение было апробировано с использованием данных объекта реального месторождения. Полученные показатели были проанализированы.

Разработанная прокси-модель является инструментом для быстрого и оперативного расчета технологических показателей разработки месторождений при заводнении. С помощью полученных из веб-приложения данных могут приниматься решения о создании более сложных гидродинамических моделей, либо для дальнейших расчетов.

Литература:

1. Kewen Li., Roland N. Comparison of methods to calculate relative permeability from capillary pressure in consolidated water-wet porous media / Horne. – 9 p.

2. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов. – М. : Недра, 1986. – 332 с.

3. Мугатабарова А.А. Влияние смачиваемости карбонатных коллекторов на приемистость скважин при снижении пластовой температуры // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т. 16. – № 4. – С. 25–30. – URL : http://ngdelo.ru/article/view/9521 (дата обращения: 25.12.2021)

4. Chart.js Open source HTML5 Charts for your website. – URL : https://www.chartjs.org/ (дата обращения: 10.12.2021).

5. Назипов В.Т. Использование экспресс-метода расчета технологических показателей разработки однородного пласта при вытеснении нефти водой для различных сеток скважин // Рассохинские чтения (03–04 февраля 2022). – 2022. – Т. 2.

References:

1. Kewen Li., Roland N. Comparison of methods to calculate relative permeability from capillary pressure in consolidated water-wet porous media / Horne. – 9 p.

2. Zheltov Y.P. Development of oil fields: textbook for universities. – M. : Nedra, 1986. – 332 p.

3. Mugatabarova A.A. Effect of wettability of carbonate reservoirs on well injectivity with decreasing reservoir temperature // Oil and Gas Business. – 2018. – Vol. 16. – № 4. – P. 25–30. – URL : http://ngdelo.ru/article/view/9521 (date of accession: 25.12.2021)

4. Chart.js Open source HTML5 Charts for your website. – URL : https://www.chartjs.org/ (дата обращения: 10.12.2021).

5. Nazipov V.T. The use of express-method for calculating the technological indicators of homogeneous reservoir development during oil displacement with water for different well grids // Rassokhin readings (03–04 February 2022). – 2022. – Vol. 2.