



Автор проекта:
Шпырлов Юрий Владимирович

**Разработка и применение
интеллектуальных алгоритмов с целью
повышения рентабельности нефтяных
скважин**

Научные руководители:

Живаева В.В., заведующий кафедрой

к.т.н., доцент.;

Кузнецова А.В. ИБХФ

им. Н.М.Эмануэля, РАН

Разработка и применение интеллектуальных алгоритмов с целью повышения рентабельности нефтяных скважин

Автор проекта Штырлов Юрий Владимирович

Аспирант 1 курса

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего

образования «Самарский государственный

технический университет»

Телефон: 89508811112, 89966245575. yura.shtyrlov@mail.ru



Научный руководитель: Живаева Вера Викторовна,
заведующий кафедрой к.т.н., доцент.

Кузнецова А.В. институт биохимической физики им.
Н.М.Эмануэля, РАН

Аннотация



В работе представлены методы прогноза рентабельности скважин, которые позволяют повысить эффективность добычи нефти. В процессе анализа данных были определены необходимые технологические величины, способствующие в конечном счете получению потенциального дебита скважины.

Определен план действий для повышения технологической эффективности мероприятий по увеличению добычи нефти.



■ Цель данного проекта заключается в обосновании использования методики расчёта потенциального дебита. В соответствии с этим были поставлены следующие задачи:

- дать краткую характеристику методов машинного обучения;
- представить способы применения программного комплекса на примере анализа обучающей выборки реальных скважин Самаранефтегаз;
- сделать вывод о технологической эффективности применения данного подхода;
- продемонстрировать прозрачность и наглядность работы программного комплекса Data Master Azforus.

■ Таким образом, объектом исследования выступает метод прогноза рентабельности нефтяных скважин, а предметом — определение наиболее информативных показателей, которые можно изменять при улучшении технологического режима конкретной скважины, с целью повышения ее рентабельности.

Технологическая часть

Исходные данные для расчёта



Дебит жидкости, $q_{ж}$	177 м ³ /сут
Обводнённость, Обв	10%
Дебит нефти, $q_{н}$	132 т/сут
Газовый фактор, ГФ	89,7 м ³ /м ³
Давление насыщения, $P_{нас}$	249 атм
Давление пластовое, $P_{пл}$	164,46 атм
Давление на приеме насоса, $P_{пр}$	71 атм
Давление забойное, $P_{заб}$	144,34 атм
Давление трубное, $P_{ст}$	11 атм
Коэффициент продуктивности, $K_{прод}$	9,26 м ³ /сут/ат
Тип ЭЦН	ЭЦНДИэ-160-1550
Мощность ПЭД	110 кВт
Плотность нефти, $\rho_{нпл}$	0,833 г/см ³
Плотность воды, $\rho_{впл}$	1,26 г/см ³
Вязкость жидкости, μ	1,01 сПз
Радиус контура питания, $R_{пл}$	500 м
Скин-фактор, S	0
Глубина спуска ЭЦН для расчета, $H_{сп}$	2050 м
Глубина верхних отверстий перфорации, $H_{вд}$	3422 м
Длина скважины по вертикали, $H_{верт}$	2675 м
Объемный коэффициент нефти, B	1,316 м ³ /м ³
Удлинение, $удл$	746 м
Перфорированная толщина пласта, $H_{пер}$	251,6 м
Компенсация:	
Текущая	148%
Накопленная	44%

Краткое описание инновационной идеи, положенной в основу проекта:



- Предложен подход оценки и прогнозирования показателей технологического режима нефтяных скважин с помощью оригинальных методов машинного обучения (Data Science)

- Описание планируемой к производству продукции:

Компьютерный комплекс, позволяющий проводить необходимый прогноз показателей технологического режима нефтяных скважин с помощью оригинальных методов машинного обучения – «Прогноз-Н».

- Анализ рынка:

В настоящий момент аналогичный анализ чаще всего проводится с помощью визуального режима таблицы Excel и простейших методов статистического анализа.

Наш компьютерный комплекс позволит использовать современные методы машинного обучения (Data Science) людям без специального математического образования.



Исследование вопроса цифровизации

Методы, позволяющие развивать цифровую экономику в нефтегазовой сфере, должны обладать следующими характеристиками:

- 1) доказанной эффективностью с точки зрения классификации и прогнозирования по имеющимся базам данных – обучающим выборкам;
- 2) выявлением наиболее информативных (ключевых) показателей с точки зрения прогноза рентабельности скважин;
- 3) наглядностью отчетов – с ясными диаграммами, отражающими расположение конкретной скважины в пространстве признаков среди других скважин, с похожими характеристиками;
- 4) возможностью рекомендовать определенные действия, позволяющие повышать рентабельность скважин.

Все перечисленные требования выполнены в предлагаемом нами подходе – методе машинного обучения – оптимально достоверных разбиениях и статистически взвешенных синдромах, заложенных в программном комплексе Data Master Azforus.



Пример использования комплекса ДМА:

- База данных по технологическому режиму была получена от Самаранефтегаз -
- ТР нефтяного фонда, ЦДНГ6, октябрь 2020.
-
- Число скважин – 420.
- Исходное число показателей - 195.
-
- Целевым показателем был взят показатель объема нефти Q_n (т/сут) с границей 3 т.
- Первый класс – скважины со значениями меньше 3т,
- второй класс – скважины со значениями больше 3 т.
-
- В результате при подготовке данных число показателей уменьшилось до 157.
-
- При анализе данных методами машинного обучения выявлены наиболее информативные с точки зрения рентабельности скважин показатели - 80.
-
- Применяли следующие методы машинного обучения:
-
- Статистически взвешенные синдромы - 91.9%;
- Метод опорных векторов - 86.7%;
- Линейная машина - 82.6%;
- Линейный дискриминантный анализ - 81.4%;
- Нейронная сеть - 79.3%;
- Q ближайших соседей - 77.4%.

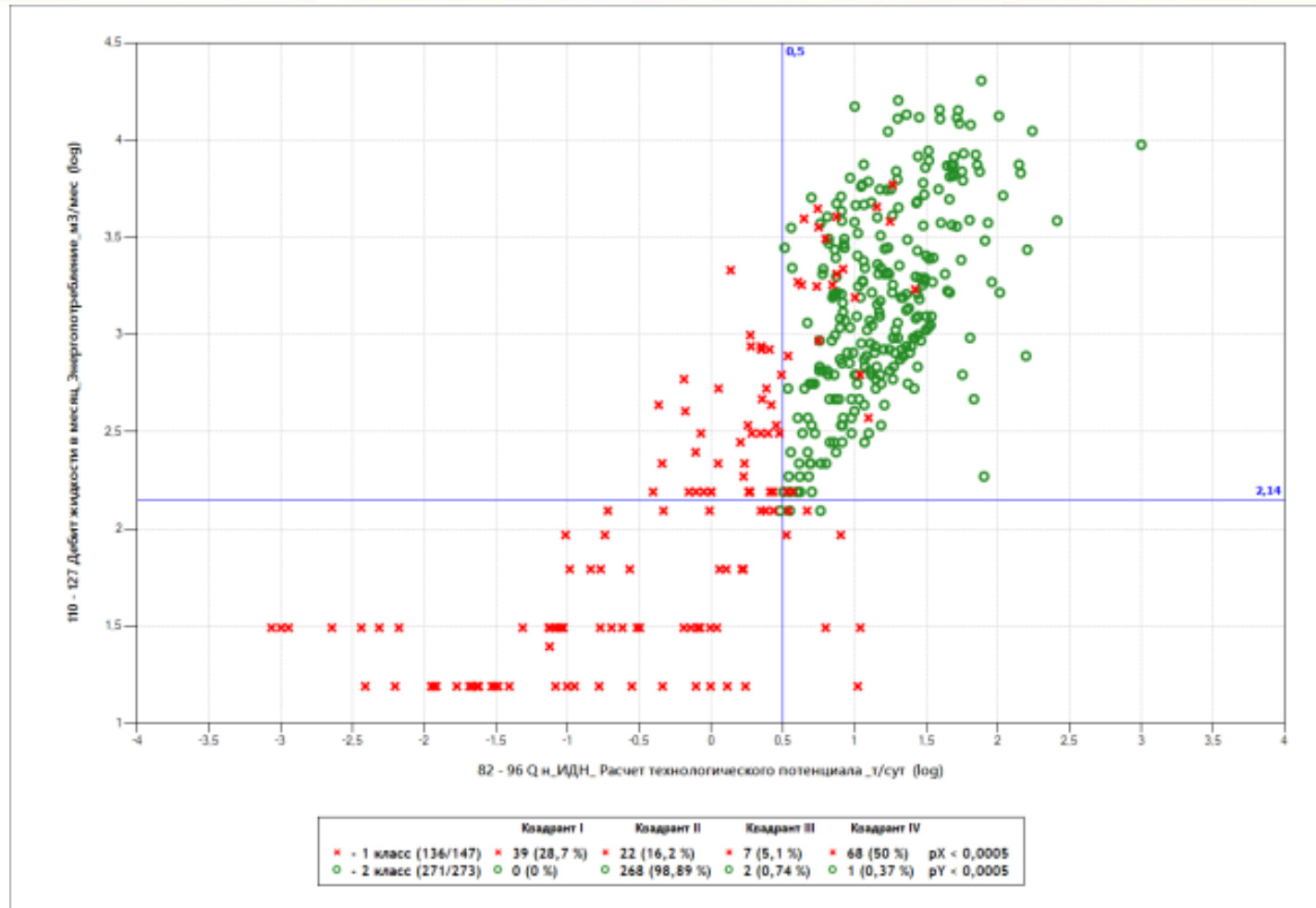


Результаты анализа данных по рентабельности нефтяных скважин

- В результате применения самого лучшего метода – статистически взвешенных синдромов – в первом классе из 145 скважин было верно распознано 129 (89%), ошибочно 16 скважин (11%), во втором классе из 275 скважин было правильно распознано 257 (93,5%), ошибочно 18 (6,5%).
- С точки зрения прогноза можно предположить, что ошибочные объекты из первого класса имеют потенциал рентабельности, т.е. могут еще быть рентабельными. Список скважин: 11, 76, 100, 143, 147, 162, 179, 209, 224, 264, 274, 311, 324, 339, 403, 410, 414.
- Скважины из второго класса, ошибочно отнесенные к первому нерентабельному классу, могут в будущем снизить добычу нефти и стать нерентабельными. Список номеров этих скважин прилагается ниже: 37, 41, 46, 64, 73, 83, 163, 191, 195, 218, 237, 238, 267, 270, 283, 298.
- Чтобы понять точность прогноза нужно сравнить этот список скважин с реальными данными по закрытым скважинам в прошедшем году.
- Необходимо провести исследование полученных результатов и их корреляцию с фактическими результатами работающих скважин для того, чтобы сделать оценку созданного решающего правила и настройки его более точно.



Наглядность диаграмм рассеяния для отчетов



В квадранте I преобладает класс нерентабельных скважин (красные крестики). В квадранте II преобладает класс 2 рентабельных скважин (зеленые кружки). В квадранте III и в квадранте IV преобладает класс 1 нерентабельных скважин. Голосование по базовым множествам при работе метода Статистически Взвешенных синдромов позволит сделать прогноз рентабельности для любой новой скважины. Кроме того, мы сможем дать поэтапный план перевода нерентабельной скважины в благополучный класс рентабельных скважин.

Заключение



- ▶ Таким образом, несмотря на сложности на нефтяном рынке России и в мире, приводящие к снижению цены на нефть, сейчас особенно распространенными становятся тенденции к разработке новых технологий, методик расчетов, их автоматизация и цифровизация результатов и начальных данных.
- ▶ В данной работе был произведен подбор наиболее информативных с точки зрения прогноза рентабельности скважин показателей.
- ▶ Данная методика является рентабельной и позволяет, где это возможно, увеличить объемы добываемой продукции.



Штырлов Юрий Владимирович

Аспирант 1 курса

Самарский государственный технический
университет

Телефон: 89508811112,
89966245575. yura.shtyrlov@mail.ru

**Спасибо за
внимание!**

