

Разработка информационной системы для повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин

Г.В. Спиридонов
Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева -
КАИ
Казань, Россия
grisha5991@gmail.com

В.В. Мокшин
Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева -
КАИ
Казань, Россия
vladimir.mokshin@mail.ru

Э.Х. Шамсиев
Альметьевский филиал Казанского
национального исследовательского
технического университета им. А.
Н. Туполева - КАИ
Казань, Россия
EKhShamsiev@stud.kai.ru

Аннотация—В данный момент грамотное и эффективное управление нефтегазовым производством является одной из наиболее важных и, в то же время, непростых задач. В ходе работы сотрудники производства сталкиваются с огромным количеством проблем, среди которых особенно злободневными являются низкий уровень планирования и нерелевантное прогнозирование процессов. Целью данной работы является разработка АИС для повышения эффективности эксплуатации нефтяных скважин за счёт улучшения качества планирования производственно-технических мероприятий.

Ключевые слова— прогнозирование, планирование, анализа состояния нефтяных скважин, информационная система.

Планирование можно определить как функцию, отвечающую за постановку целей и задач производства, пути их достижения и выявление необходимых для этого ресурсов. Проблема неэффективного планирования и прогнозирования возникла отчасти из-за устаревания существующих технических систем, неиспользования в полной мере объёма информации и недостаточного общего уровня квалификации персонала предприятий. Выявленные факторы способствовали необходимости создания автоматизированной информационной системы (далее – АИС).

В системе мероприятий план рассматривается как вариант наиболее оптимального использования ресурсов предприятия, обеспечивающий достижение целей и выполнение задач производства, а прогнозирование – как предвидение развития производства и нахождение решений, которые обеспечивают наилучший вариант перспективы дальнейшей деятельности предприятия. Поэтому эксплуатационные мероприятия – это, прежде всего, мероприятия, осуществляемые в процессе использования оборудования нефтегазодобычи, направленные на поддержание их технического состояния на уровне заданных экологических и производственных нормативов.

В работе получили отражение как теоретические, так и практические решения ресурсосбережения на основе сформулированных задач, что является исключительно важным аспектом для управления. Логика разработанной информационной системы выстроена от частного к общему.

В работе решаются следующие задачи:
- анализ состояния предметной области;

- определение характеристик скважин;
- формирование эксплуатационных мероприятий для нефтяных скважин;
- разработка программного интерфейса для управления АИС.

Предлагаемая автоматизированная информационная система может не только повысить качество принимаемых решений, но и увеличить прибыль производства и объёмы добываемой нефти. В представленной работе определяется комплекс мероприятий, необходимых для дальнейшей эксплуатации нефтяных скважин.

Анализ данных осуществляется с помощью статистических методов исследования. В ходе обработки определяются зависимости между показателями эффективности и производственно-техническими факторами, что является востребованным и новым в современных условиях нефтегазовых разработок.

Планирование является одним из первых и наиболее серьёзных этапов управления объектом. В процесс планирования вовлекаются сотрудники различных подразделений, а потому описание технологии принятия решений на каждом уровне задач удобно представлять в виде диаграмм.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. определить характеристики скважин. Эта задача может быть решена с помощью математических методов и компьютерного обеспечения, сокращающих необходимое время для анализа зависимостей между результативными показателями и производственно-техническими факторами и повышающих достоверность полученных результатов.

2. сформировать эксплуатационные мероприятия нефтяных скважин.

Для наглядного представления моделирования информационного обмена между системой и внешним миром и/или между частями этой системы могут быть использованы диаграммы потоков данных Data Flow Diagrams (DFD).

3. разработать программный интерфейс. Результатом внедрения АИС и выполнения поставленных задач являются данные, на основании которых могут быть приняты реальные управленческие решения. Главными потребителями таких решений окажутся инженерные структуры нефтедобывающих компаний.

Построение математической модели состоит из следующих этапов:

1. Сбор исходных статистических данных (далее – ИСД).
2. Проверка ИСД на достоверность.
3. Временное прогнозирование.
4. Корреляционный анализ и оценка коэффициентов корреляции.
5. Проведение множественного регрессионного анализа.
6. Формирование мероприятий и обучение нейронной сети.

Для прогнозирования временных рядов воспользуемся методом авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (далее – АРПСС).

Для прогнозирования данных воспользуемся регрессионным анализом. Данный статистический метод исследования влияния регрессоров (независимых переменных) на зависимые переменные основывается на методе наименьших квадратов (далее – МНК). МНК – это метод, требующий минимизации суммы квадратов отклонений искомым функций от имеющихся переменных.

Для разработки автоматизированной информационной системы было использовано следующее прикладное программное обеспечение:

1. СУБД SQL Server 2014;
2. Microsoft Visual Studio 2015;
3. Пакет прикладных программ IBM SPSS Statistics 26;
4. Табличный редактор Microsoft Excel 2016;
5. CASE-средства: ERwin, BPwin.

Все описанные математические алгоритмы были внедрены в соответствующий программный продукт, а все расчёты происходили автоматически на основе данных.

В ходе разработки автоматизированной информационной системы были выполнены следующие задачи по поддержке актуального состояния базы данных:

- 1) ведение базы данных переменных;
- 2) ведение базы данных по ИСД;
- 3) ведение базы данных по ОСХ;
- 4) ведение базы данных по данным проверки на нормальное распределение;
- 5) ведение базы данных по данным результата корреляционного анализа;
- 6) ведение базы данных по данным результата временного прогноза;
- 7) ведение базы данных по данным регрессионного уравнения;
- 8) ведение базы данных по данным обучения нейронной сети и формированию мероприятий.

На первом этапе были определены сущности и указаны соответствующие им атрибуты, домены и типы данных. Далее производилось построение логической модели базы данных по исходной концептуальной модели.

Таким образом, в процессе разработки АИС была проанализирована серия математических и информационных методов, позволяющих осуществить

прогноз производственно-технических показателей нефтяных скважин и произвести планирование мероприятий для их эффективного использования. На основе полученных данных были найдены и теоретически подтверждены возможные решения поставленных задач.

Конечным продуктом работы является апробация автоматизированной информационной системы, позволяющей объединить все этапы планирования и прогнозирования. Всё это представляет готовую схему эксплуатационных мероприятий с учётом имеющихся в настоящий момент потребностей у нефтегазодобывающих производств. Благодаря использованию программного обеспечения становится возможным применять обучение нейронных сетей при решении задач планирования мероприятий, что является чрезвычайно актуальным и перспективным направлением в сфере информационных технологий.

При внедрении данной информационной системы нефтегазовые производства смогут рассчитывать на повышение эффективности использования нефтяных скважин, оптимальное проведение мероприятий по эксплуатации производственных комплексов и, как следствие этого, на увеличение объёмов добычи нефтегазовых ресурсов и получение дополнительной прибыли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шушкевич, Е.В. Эффективное управление системой подачи и распределения воды Московского мегаполиса / Е.В. Шушкевич. – Журнал ВСТ. – 2011. – Т. 1. – С. 24-30.
- [2] Сниток, В.Е. Прогнозирование. Модели, методы, алгоритмы / В.Е. Сниток. – Киев: Маклауг, 2008. – 367 с.
- [3] Lomet, A. Statistical Modeling for Real Domestic Hot Water Consumption Forecasting / A. Lomet, Fr. Suard, D. Chèze, Energy Procedia. – 2015. – Vol. 70. – P. 379-387. DOI: 10.1016/j.egypro.2015.02.138.
- [4] Chen, G. Multiple random forests modelling for urban water consumption forecasting / G. Chen, T. Long, J. Xiong, Y. Bai // Water Resour. Manag. – 2017. – Vol. 31(15). – P. 4715-4729.
- [5] Задачин, В.М. Система прогнозирования водо-потребления города / В.М. Задачин // Систем. Обр. Инф. – 2010. – Т. 7, № 88. – С. 95-98.
- [6] Бююль, А. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / А. Бююль, П. Цёфель. – СПб: ДиаСофтЮП, 2020. – 608 с.
- [7] Якимов, И.М. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых признаков в задаче формирования мероприятий для нефтяных скважин / И.М. Якимов, П.И. Тутубалин, В.А. Суздальцев, И.А. Зарайский, Э.Г. Тахавова // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2018. – Т. 1. – С. 720-723.
- [8] Мокшин, В.В. Рекурсивный алгоритм построения регрессионных моделей сложных вероятностных объектов / В.В. Мокшин, И.Р. Сайфутдинов, А.П. Кирпичников // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 9. – С. 112-116.