

**Оценка эффективности мероприятий
интенсификации добычи нефти и
повышения нефтеотдачи пластов с
помощью цифровой системы
визуализации табличных данных**

М.В. Пашилов¹
В.А. Попов¹
Я.Е. Анкушев¹

¹ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

Адрес для связи: Maxim.V.Pashilov@lukoil.com

Ключевые слова: визуализация табличных данных; анализ эффективности геолого-технических мероприятий (ГТМ); создание единого информационного пространства.

При проведении анализа экономической и технологической эффективности в конкретном нефтегазодобывающем обществе (НГДО) выполненных геолого-технических мероприятий, а также в сравнении их между собой по тем или иным характеристикам необходимо обращаться к аккумулированным базам данных, которые сформированы за исторический период. При незначительной корректировке параметров желаемого анализа (запроса) производится полный пересчет всех элементов отображения, создание новых связей и построение конкретных диаграмм визуализации. Этот процесс требует больших трудозатрат и наличия неограниченного количества времени для обеспечения отображения желаемых элементов каждого отдельного созданного запроса. В условиях постоянного поиска возможностей автоматизации была предложена технология стандартизированной системы, которая обладает всеми необходимыми функциями отображения. Целью работы является разработка алгоритма потенциального снижения затрачиваемого времени на получение качественной необходимой информации для принятия оперативных и долгосрочных решений в ПАО «ЛУКОЙЛ» (далее – Компания) в направлении планирования проведения геолого-технических мероприятий. На данном этапе произведена реализация идеи разработки цифровой системы визуализации табличных данных, а также представления информации основной утвержденной формы отчетности «Мероприятия по обеспечению добычи нефти» по ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» по Коми и НАО, ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» по Пермскому региону, ООО «РИТЭК», ООО «КалининградМорНефть» с 2010 по 2023 гг. Реализуемый процесс является актуальным, так как входит в одно из направлений в соответствии с Концепцией развития ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг». Новизна внутри Компании обосновывается отсутствием подобных систем в направлении планирования и реализации, структуризации эффекта, его визуализации в едином информационном пространстве. Потребителями продукта являются все НГДО, участвующие в процессе анализа геолого-технических мероприятий, а также контролирующие структуры внутри Компании, что имеет прямое практическое значение.

**Evaluation of the effectiveness of
measures to intensify oil production and
increase oil recovery using a digital tabular
data visualization system**

M.V. Pashilov¹
V.A. Popov¹
Ya.E. Ankushev¹

¹LUKOIL-ENGINEERING, LLC

E-mail: Maxim.V.Pashilov@lukoil.com

Keywords: visualization of tabular data, effectiveness analysis of geological and technical actions, creation of a unified information space.

When analyzing the economic and technological efficiency of specific oil and gas production company's geological and technical measures, as well as comparing them with each other according to various characteristics, it is necessary to refer to accumulated databases formed over a historical period. With minor adjustments to the parameters of the desired analysis (query), full recalculation of all displayed elements, creation of new links, and plotting of specific visualization diagrams are performed. This process requires significant labor costs and an unlimited amount of time to display the desired elements of each individual created query. In the context of continuous search for automation opportunities, a technology of a standardized system that possesses all the necessary display functions was proposed.

The objective of the work is to develop an algorithm for potential reduction of the time spent on obtaining required high-quality information for making operational and long-term decisions within the Company in the direction of planning geological and technical measures.

At the current stage, the idea of developing a digital system for visualizing tabular data, as well as presenting information from the main approved reporting form «Oil production support measures» for LUKOIL-West Siberia LLC, LUKOIL-PERM LLC, RITEK LLC, KALININGRADMORNEFT LLC from 2010 to 2023 has been implemented.

The implemented process is relevant as it falls within one of the directions in accordance with the Development Concept of LUKOIL-ENGINEERING, LLC. Novelty within the company is justified by the absence of similar systems in the direction of planning and implementation, structuring the effect, and its visualization in a single information space.

The product consumers include all oil and gas production companies involved in the analysis of geological and technical measures, as well as controlling structures within the Company, which has direct practical significance.

Введение

В процессе проведения анализа исходных и полученных данных по реализации технологий интенсификации добычи нефти (ИДН), а также повышения нефтеотдачи пластов (ПНП) месторождений предприятий Группы «ЛУКОЙЛ» производится сортировка большого объема информации, который представлен в различных формах отчетности. Получение достоверных и необходимых значений для анализа сопровождается расходом большого количества времени и трудозатрат, что сказывается на скорости принятия оперативных управленческих решений. Необходимо проводить анализ неэффективных и низкоэффективных мероприятий по различным параметрам сравнения для поиска и сосредоточения истинных причин выявленных отклонений от планируемых показателей [1]. Получение актуальных значений, соответствующих индивидуальному запросу, с возможностью их визуализации в стандартизируемой форме является одним из важных моментов при их анализе и в дальнейшем при презентации результатов эффективности.

Для понимания и структуризации данных было решено ориентироваться на числовое отображение конкретных элементов для возможности сравнения, среди которых «Категория фонда», «Технология», «Коллектор», «Группа технологий», «Цех добычи нефти и газа (ЦДНГ)», «Месторождение», «Группа объектов», «Целевой объект», «Год», «Объем работ», «Обводненность», «Успешность», «Технологии ФХМ», «Дополнительная добыча нефти», «Удельная эффективность (дополнительная добыча/отработанное время)» «Карта региона», «Плановые показатели», «Распределение по причинам недостижения дебита».

Планируется реализация идеи разработки цифровой системы визуализации табличных данных, а также представления основной информации по анализу эффективности геолого-технических мероприятий (ИДН и ПНП), в которую войдут вышеперечисленные элементы отображения. Преимущества осуществления разработки:

- повышение производительности труда за счет автоматизации и генерации отчетной информации;
- увеличение открытости, прозрачности расчетов, а также выводов для применения в планировании мероприятий;

- автоматизация рутинных процессов, направление умственных способностей заинтересованных сотрудников на генерацию идей посредством переработанной информации.

Инструментом, с помощью которого произведено достижение поставленной цели является комплексное программное обеспечение бизнес-анализа.

Инструмент представляет собой комплексное программное обеспечение для бизнес-аналитики, состоящее из нескольких самостоятельных продуктов, позволяющих создавать единую информационную систему обеспечения принятия решений на основе интегрированного анализа данных из различных источников для обеспечения максимальной глубины анализа и детализации данных.

Программная возможность подключиться к большому количеству различных источников данных реализуется с помощью редактора запросов (объединение и добавление данных, позволяющее их комбинировать из нескольких источников). Для их преобразования, модели данных и дополнительных мер используется специальный язык формул, включенный в отдельный инструмент.

Таким образом, возможно при создании отчёта объединять различные источники данных, собрав необходимую схему, которая будет формировать структуру отображения, представленную на модели (Рисунок 1). Исходными данными было решено использовать утвержденные формы отчетности «Мероприятия по обеспечению добычи нефти» с 2010 года по настоящее время. По причине замены шаблона стандартных форм в 2022 году были настроены отдельные запросы для каждого типа данных.

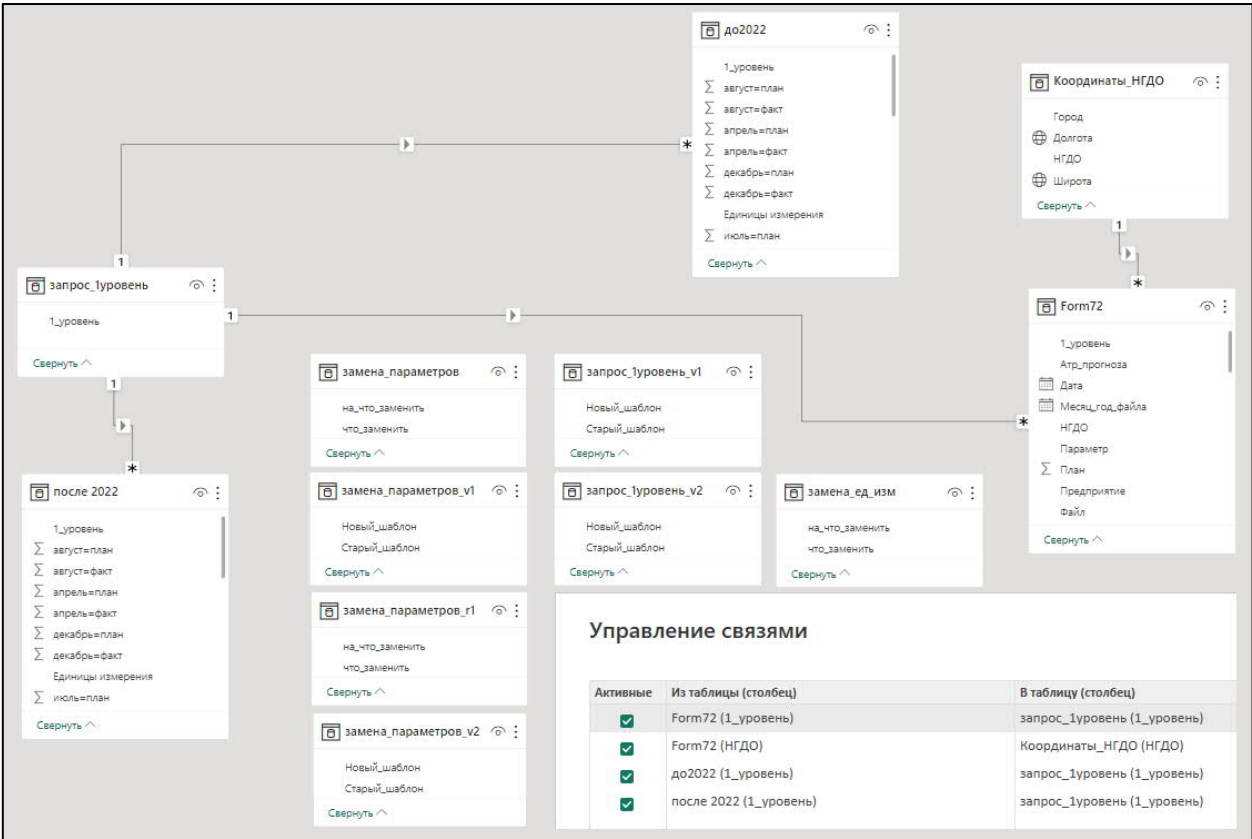


Рис. 1. Представление модели связи информации из таблиц, сформированных из различных источников с отображением запросов

По причине существующей неоднородности исходных данных через инструмент редактора запросов был сформирован шаблон в формате запроса, приводящий различную анализируемую информацию в требуемый вид (Рисунок 2). Количество оцениваемых параметров, необходимых для создания запроса «Замена», составило 102 единицы.

	А ^В С Старый_шаблон	А ^В С Новый_шаблон
1	1. входная добыча нефти	1. входная добыча нефти
2	2. расчетная добыча по входной	2. расчетная добыча по входной
3	3. план	3. план
4	3.1. в т.ч. доля пао "лукойл"	3.1. в т.ч. доля пао "лукойл"
5	3.2. фактическая добыча	4. фактическая добыча
6	3.3. в т.ч. доля пао "лукойл"	4.1. в т.ч. доля пао "лукойл"
7	4. +, - к плановой	5. +, - к плановой
8	5. снижение (потери) добычи, всего	6. снижение (потери) добычи, всего
9	5.1. в т.ч. из-за обводнения	6.1. в т.ч. из-за обводнения
10	доля от потерь по п.п. 5.1;5.2;5.4.2	доля потерь
11	5.2. в т.ч. из-за снижения рпл	6.2. в т.ч. из-за снижения рпл и кпр
12	5.3. в т.ч. из-за выбытия скважин из действующего фонда	6.4. в т.ч. из-за выбытия скважин из действующего фонда
13	5.4. в т.ч. технологические потери	5.4. в т.ч. технологические потери

Рис. 2. Выкопировка создания запроса замены параметров для обеспечения требования однородности таблиц

С помощью инструмента редактора запросов была произведена подготовка исходных данных к необходимым требованиям однородности и сформированы итоговые таблицы. Составленные индивидуальные запросы для каждого источника можно посмотреть, используя функцию «Зависимости запроса», где видно структуризацию шаблонов до 2022 года и после (Рисунок 3).



Рис. 3. Созданные зависимости запроса для каждого источника данных

Вычисление в модели данных производится через формулы, рассчитывающие показатель (меру). Эти формулы не работают с отдельными ячейками, а работают только с полями (столбцами).

Созданы меры для итоговой таблицы, которые рассчитывают суммарную добычу нефти (план/факт/прогноз), жидкости (план/факт/прогноз) с разделением с ГРП/без ГРП, количество мероприятий (план/факт/прогноз), входную добычу нефти, суточные потери,

выходную добычу, отклонения от плана. Определенные поля были сформированы в область значений как неявные меры, которые считают значения ежемесячно (план/факт).

В процессе создания отчета используется инструмент, преобразующий исходные таблицы, которые имеют требования однородности значений. Столбец содержит однородные значения если:

- для любых значений в текстовом столбце можно определить отношения “лучше-хуже”;
- для любых значений в числовом столбце операция сложения имеет смысл.

Организован баланс между общим и детальным интерактивным отчетом (UX-дизайн). Были соблюдены принципы визуализации, среди которых форма-содержание-удобство взаимодействия. Стилль создан в корпоративных цветах Компании с необходимыми элементами для отображения.

Созданы карточки с примененными фильтрами «входная добыча нефти», «выходная добыча нефти», «суточные потери», «план по добыче», «факт по добыче», «количество ГТМ», «дополнительная добыча от мероприятий», «средний прирост дебита на 1 скважину», гистограмма с группировкой «мероприятий, дающие прирост нефти», «добыча нефти (план/факт/прогноз)», «количество ГТМ (план/факт/прогноз)», кнопки по навигации.

В итоге, сформирована информационная панель (дашборд) визуализации данных исходных таблиц в виде графиков и диаграмм на примере формы отчетности «Мероприятия по обеспечению добычи нефти» с 2010 года по настоящее время (Рисунок 4).

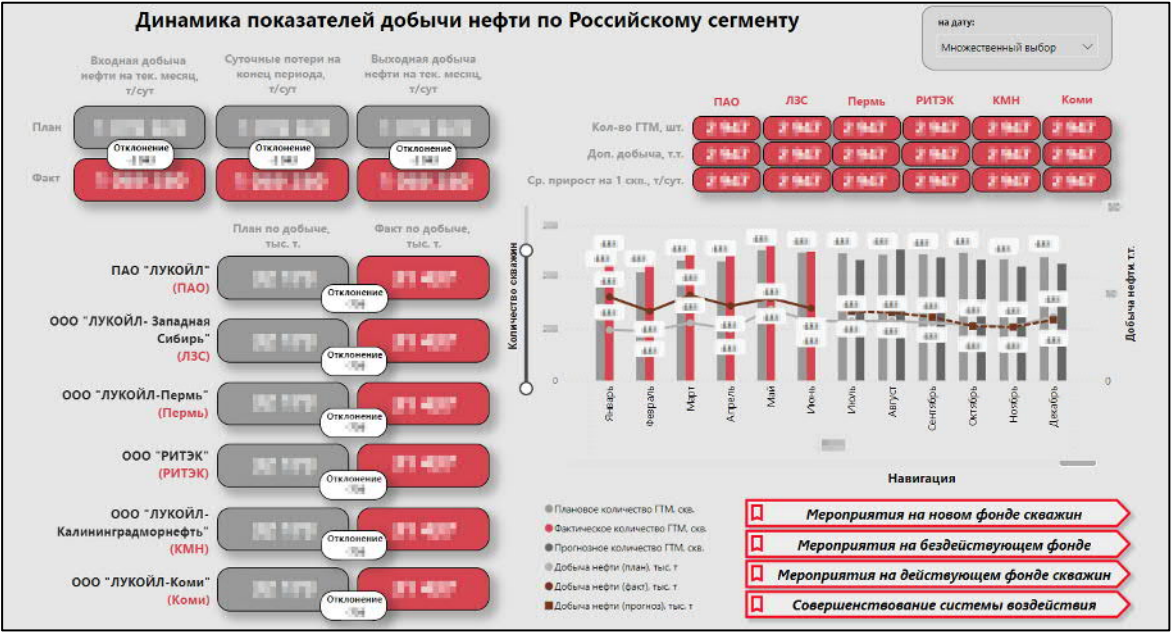


Рис. 4. Титульная страница визуализации динамики показателей добычи нефти по Российскому сегменту

В строке «Дата» возможно путем раскрывающегося списка выбрать конкретный промежуток времени, а также несколько промежутков для контроля и поиска значений. Все параметры отобразятся в ячейки динамических показателей в соответствии с поставленным запросом.

Присутствует быстрая навигация по системе на необходимый уровень данных, среди которых «Мероприятия на новом фонде скважин», «Мероприятия на бездействующем фонде», «Мероприятия на действующем фонде скважин», «Совершенствование системы воздействия». Распределение уровней фактической добычи по отдельным НГДО и территориально-производственными предприятиями (ТПП) возможно увидеть на соответствующей вкладке (Рисунок 5).

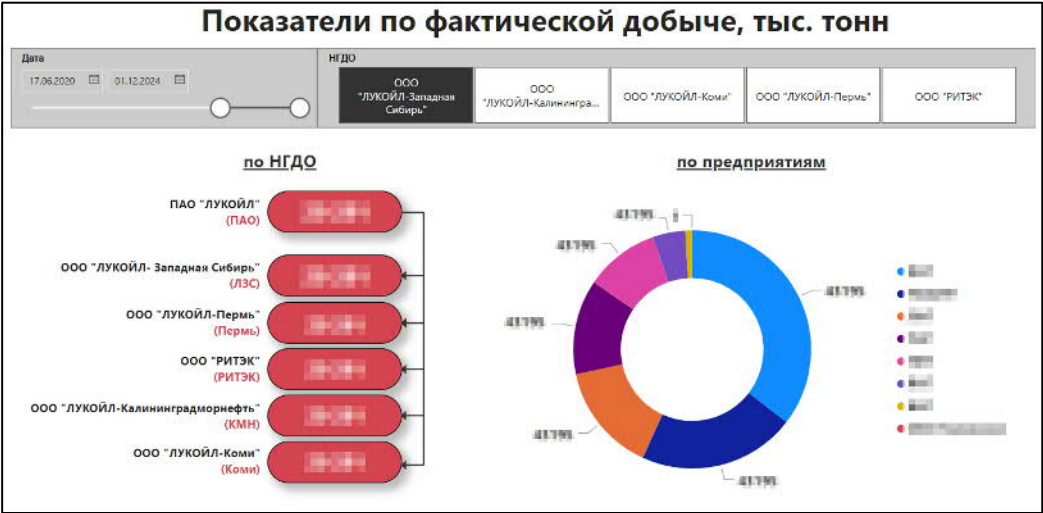


Рис. 5. Распределение уровней фактической добычи по отдельным НГДО и ТПП

В таком отображении существует возможность дифференциации значений, путем выделения временного промежутка, а также селекции по отдельным ТПП, что облегчает контроль и анализ проведенных мероприятий. При рассмотрении плановых показателей добычи нефти в разбивке ГТМ также присутствует возможность изменения временного диапазона, а также выбора конкретного НГДО и ТПП. В категории «Фонд новых скважин» возможно систематизировать данные и получить информацию по количеству мероприятий, проведенных с ГРП, приросту после ГТМ, добычи нефти (Рисунок 6).

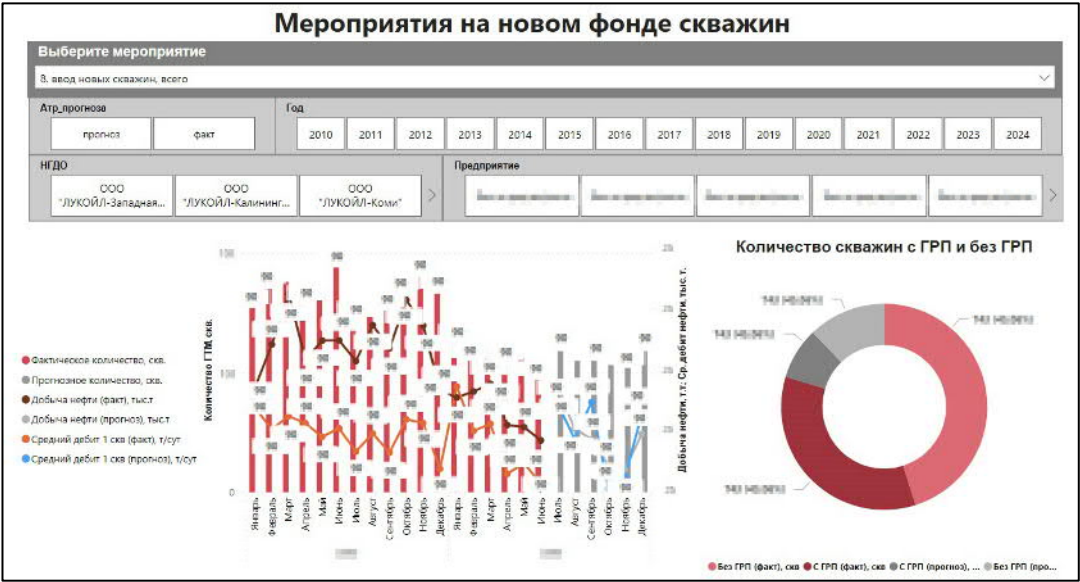


Рис. 6. Отображение категории «Фонд новых скважин» и возможностей динамического отображения параметров добычи нефти

Из раскрывающегося списка возможно выбрать категории «Из эксплуатационного бурения», «Горизонтальных», «Многоствольных», «Многозабойных», «Из разведочного бурения», «Из других категорий». В категориях «Ввод из бездействия» и «Мероприятия на действующем фонде скважин» возможно систематизировать данные и получить информацию по количеству мероприятий, проведенных в разрезе НГДО, ТПП, приросту после ГТМ, добычи нефти. Из раскрывающегося списка возможно выбрать категории «Спуск ГНО», «Прочие виды работ по КРС», «РИР», «Прочие ОПЗ», «ОРЭ», «Радиальное бурение», «Ликвидация аварий» и др. Отображение параметров по совершенствованию системы воздействия также включает возможности проведения изменения временного диапазона, НГДО и ТПП, а также фильтровать значения в категории «План/факт». Есть возможность отфильтровать по физико-химическим методам ПНП, Гидродинамическим методам ПНП, а также вводу и ремонту нагнетательных скважин.

В отчете запланировано обновление набора данных согласно выбранным источникам, относящихся к типу баз данных на сетевом ресурсе. Процесс выполнен через подключение шлюзов с включением функции поддержки актуальности данных с ежеквартальной периодичностью.

Разработанная цифровая система визуализации табличных данных утвержденной формы отчетности «Мероприятия по обеспечению добычи нефти» позволяет производить мониторинг параметров в «одном окне», объединять информацию из различных источников, обрабатывать и представлять в широком диапазоне интерактивной визуализации, производить срезы по любым параметрам с автоматическим обновлением. Вышеперечисленные преимущества дают возможность выстраивать гибкую систему фильтров и находить неявные взаимодействия между данными через созданный алгоритм, который удовлетворяет всем инструментами анализа.

Список литературы

1. Полежаев В.О., Гимаев Р.Д., Жданов Л.М., Рамазанов Р.Р., Логачев Д.В. Методика подбора скважин-кандидатов «Автовыбор ГТМ» для проведения геолого-технических мероприятий // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. №3. С. 15-21. DOI 10.24412/1728-5283-2023-3-15-21