

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЕКТОВ НА СТРОИТЕЛЬСТВО НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН В ОАО «ЛУКОЙЛ»

AUTOMATED ASSESSMENT OF PROJECT QUALITY FOR CONSTRUCTION OF LUKOIL OIL AND GAS WELLS

В.В. Следков (ОАО «ЛУКОЙЛ»)
В.Н. Ракичинский (ОАО «ОЗГ «Петросервис»)

Согласно требованиям Ростехнадзора в России строительство скважин различного назначения осуществляется по групповым или индивидуальным Техническим проектам. Технический проект должен содержать исчерпывающую информацию по горно-геологическим условиям проводки, технические и технологические решения по строительству, инженерные расчеты, а также ожидаемые технические и экономические результаты

Разработкой Технических проектов для ОАО «ЛУКОЙЛ» занимаются 4 собственных и несколько привлекаемых по договорам, проектных и научно-исследовательских институтов. Для зарубежных проектов привлекаются специализированные местные или международные сервисные компании. В 2006 году суммарная проходка разведочных и эксплуатационных скважин в ОАО «ЛУКОЙЛ» составит около 2 млн. метров. При этом будет реализовано более 300 индивидуальных и групповых Технических проектов. В этих условиях возникает необходимость в сравнении Технических проектов, разработанных различными проектными организациями, а также в оценке степени их соответствия горно-геологическим условиям проходки и современным достижениям в области техники и технологии строительства скважин.

По окончании разработки Технического проекта предусматривается несколько стадий его экспертизы. Две из них проводятся государственными органами – на соответствие экологическим нормам и правилам техники безопасности. Также проводится экспертиза в Компании. В зависимости от стоимости проекта она выполняется либо только на региональном, либо на региональном и

V.V. Sledkov (Lukoil)
V.N. Rakichinsky (Petroservice)

In keeping with Rostekhnadzor's requirements, construction of wells designed for various applications in Russia is carried out according to group or individual Engineering designs. An Engineering design should contain all relevant in-depth information on geological factors, process solutions for construction, engineering analysis and the anticipated technical and economic outcome.

Engineering designs for Lukoil are elaborated by 4 in-house and several contracted design and R&D institutes. Specialized local or international service companies are engaged when foreign projects are involved. In 2006 the total of meters drilled in Lukoil exploratory and producing wells amounted to about 2 mln. In the process over 300 individual and group engineering designs will have been implemented. This being so, a need arises for comparing engineering designs developed by various engineering companies as well as evaluating degree of their conformance to geological factors of hole-making and modern advances in technology of well construction.

Once the engineering designs has been completed, it should undergo expert appraisal which proceeds in several stages. Two of these expert reviews are performed by government bodies for compliance with environmental standards and safety regulations. An in-house appraisal is also conducted by the Company. The latter is carried out at either regional or regional and corporate level, depending on the cost of the project. The purpose of this appraisal is to ensure that design choices are optimum and would-be expenses are reasonable.

Currently, Lukoil is switching over to development of Engineering designs according to a new pattern which is process-oriented

корпоративном уровнях.

Назначение этой экспертизы – контроль оптимальности проектных решений, обоснованность предполагаемых затрат. В настоящее время в ОАО «ЛУКОЙЛ» осуществляется переход на разработку Технических проектов по новому макету, имеющего технологическую направленность и в котором заложены возможности использования современных программно-методических средств для выполнения необходимых прикладных расчетов. Автоматизированный метод оценки качества проектов должен позволить:

- Снизить трудоемкость оценки.
- Повысить объективность и достоверность оценки.
- Получить оценку в виде единого формализованного коэффициента, позволяющего сравнивать качество проектов различного назначения, выполняемых различными проектными организациями.

В настоящее время в рамках создания Информационной системы «Сопровождение строительства скважин» (ИС ССС) выполняется разработка подсистемы «Оценка качества проекта». В данной статье кратко представлены основные предпосылки и краткая методика решения задачи для формализованной автоматизированной оценки качества Технического проекта.

Анализ проектных и фактических данных по различным регионам деятельности ОАО «ЛУКОЙЛ», а также проблем, возникающих при строительстве скважин, позволяют сформулировать ряд общих критериев, определяющих качество и полноту проекта с точки зрения Заказчика скважины, а также Бурового Подрядчика:

- Точность проектных предположений по геологическому строению вскрываемого разреза, пластовым термобарическим условиям, нефтегазодоносности. Данные предположения определяют конструкцию скважины, технологию, продолжительность и стоимость работ.
- Оптимальность проектных решений по конструкции скважины, траектории, технологии бурения, крепления, испытания и исследований, обеспечивающих безаварийность, обоснованные стоимость и сроки работ, необходимое качество скважины, достаточный объем

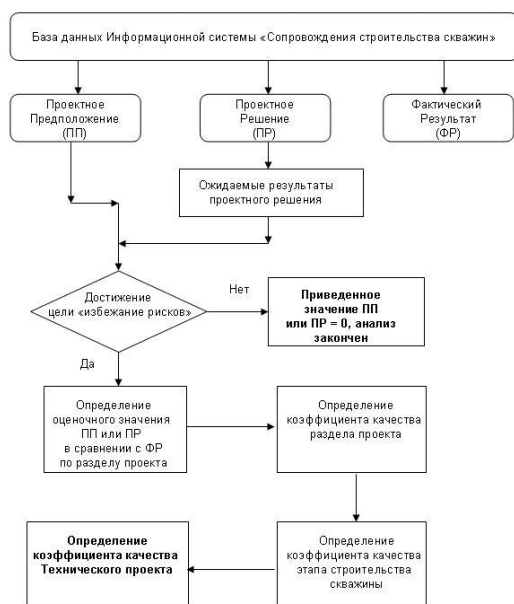


Рис. 1 Общая последовательность решения задачи

and packs inherent capability for utilizing modern software and methodological tools to perform the required application-oriented calculations. The automated method of evaluation of quality of design should allow for:

- Reduced labor content of evaluation
- Enhanced objectivity and validity of evaluation
- Evaluation to be obtained as a single formalized coefficient that would allow one to compare quality of various designs implemented by different engineering companies.

At present work is in progress to develop a subsystem “Evaluation of quality of design” as part of the effort to create Information system “Maintenance of well construction” (ISMWC). This article reviews in brief the main prerequisites and a short approach to problem solving for formalized automated evaluation of Engineering design quality.

Analysis of design and actual data by various regions of Lukoil activity as well as of problems that may crop up during well construction makes it possible to formulate a number of general criteria that determine the quality and completeness of design from the point of view of well Customer as well as the Drilling Contractor.

- Accuracy of design assumptions for geological aspects of the drilled-in cross-section, reservoir thermobaric conditions, oil-gas and water content. These assumptions determine well geometry, operating procedure, duration and cost of work.
- Optimality of design solutions concerning well plan, well path, drilling technology, well casing, testing and studies that ensure trouble-free performance, fair value and reasonable time of well completion, the desired quality of the well and the adequate amount of information obtained.
- Integrity, reliability and accuracy of data on potential risks during well construction, completeness and validity of engineering and technological constraints and requirements that allow risks to be kept to a minimum.

The task of design quality evaluation is resolved proceeding from the following:

- The task is resolved within the framework of a single ISMW. As part of this system, generation of source data is planned from drilling targets, as well as its transfer and storage at management level.

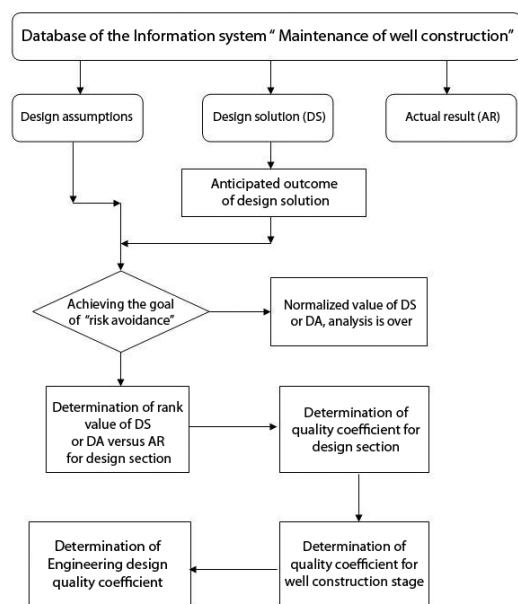


Fig.1. General sequence of problem solving.

полученной информации.

- Полнота, достоверность и точность данных по возможным рискам при строительстве скважин, полнота и обоснованность технологических и технических ограничений и требований, обеспечивающих минимизацию рисков.

Задача оценки качества проекта решается исходя из следующих положений:

- Задача решается в рамках единой ИС ССС. В рамках этой системы планируется выполнение задач формирования исходных данных с объектов бурения, передачи и хранения их на уровнях управления.
- Оценка качества проекта выполняется по результатам его реализации при строительстве скважины.
- Технический проект разбивается на ряд формализуемых проектных предположений и проектных решений.
- Для однотипных по назначению скважин и их проектов используются типовые наборы сравниваемых с фактическими результатами оцениваемых проектных решений и предположений.

Предложена следующая последовательность решения задачи (рис.1):

- Формирование набора критериев для оценки качества проекта и общих принципов их оценки.
- Определение степени значимости каждого критерия для общей оценки качества проекта.
- Разработка механизма сравнения каждого критерия с фактическими данными и получение оценочного значения каждого критерия и их групп.
- Получение единого коэффициента качества для проекта в целом, а также для разделов проекта, оценивающих отдельные этапы строительства скважины.

- Design quality is evaluated by results of its implementation during well construction.
- Engineering design is broken down into a series of formalized design assumptions and design solutions.
- For single-type wells and their designs use is made of conventional sets. These are compared with the actual outcome of assessed design solutions and assumptions.

The following sequence of problem solution is suggested (Fig.1):

- Generating a set of criteria for evaluating the quality of design and general principles of their evaluation.
- Defining the measure of significance of each criterion for general evaluation of design quality.
- Developing the mechanism for comparison of each criterion with the actual data and obtaining rank value of each criterion and their groups.
- Acquisition of a single coefficient of quality for design as a whole and also for sections of design that evaluate individual stages of well construction.

1. Criteria and general principles of design quality evaluation

Design quality is evaluated not by overall indicators, but by fairly significant indices that define the key events in the construction of the well. The criteria used for solving problems are described in a formalized manner, i.e. are represented numerically or logically, or described in the ISMW reference system.

The actual results, compared with design indices, must be generated and stored within the limits of ISMW functionality. Each evaluated criterion should be confirmed by actual documented initial information stored or obtained within the ISMW framework or in exceptional cases, by a qualified expert.

Comparison criteria are divided into following logical groups:



1. Критерии и общие принципы оценки качества проекта

Качество проекта оценивается не по абсолютно всем, а только по достаточно значимым показателям, определяющим ключевые моменты строительства скважины. Применяемые при решении задачи критерии описываются в формализованном виде, т.е. представлены в числовом, логическом виде, либо описаны в справочно-информационной системе ИС ССС.

Фактические результаты, сравниваемые с проектными показателями должны формироваться и храниться в рамках функционирования ИС ССС. Каждый оцениваемый критерий должен подтверждаться фактической документируемой исходной информацией, хранимой или получаемой в рамках ИС ССС, либо, в исключительных случаях, оценкой квалифицированного эксперта.

Критерии сравнения разделяются на следующие логические группы:

- проектные предположения (ожидаемые результаты) – заложенные в проекте значения критериев, которые предполагается получить при реализации проекта. Это может быть: глубина продуктивного пласта, пластовое давление, проходка на долото и т.д.
- проектные решения – технические и технологические способы выполнения работ, при которых получаются фактические результаты и которые сравниваются с проектными предположениями. Это может быть: тип долота, плотность раствора и т.д. Ожидаемыми результатами (проектными предположениями) для типа долота являются: проходка, механическая скорость, стоимость метра проходки. Каждому проектному решению сопоставляется ожидаемые результаты – проектные предположения. Ожидаемые результаты могут быть технологического, экономического или информационного характера, они могут быть из списка проектных предположений или дополнительной информацией, вводимой пользователем. Ожидаемый результат может быть сопоставлен с фактическим результатом автоматически процедурой сравнения либо экспертом в ручном режиме. В результате должно быть получено приведенное значение сравнения ожидаемого и полученного результата, выраженное в диапазоне 0-1.

Процедура сравнения ожидаемого и фактического результата включает определение приоритетности ожидаемых результатов, уровня критичности (степени влияния) проектных решений, проектных предположений и получения/не получения ожидаемых результатов, интервалов допустимых значений фактического результата и функцию расчета оценочного значения.

При разработке оценочных функций должны быть использованы следующие общие принципы:

- если проектный критерий из анализируемого раздела проекта в процессе строительства скважины выполнен и получен ожидаемый (проектируемый) результат, то принимается, что проектный критерий качественный.
- если проектные решения в процессе строительства скважины выполнены и не получен ожидаемый (проектируемый) результат, то принимается, что анализируемый раздел некачественный;
- если проектные решения в процессе строительства скважины выполнены и получен результат, превышающий ожидаемый (проектируемый), то анализируемый раздел проекта может быть оценен как некачественный;
- если проектные решения в процессе строительства скважины не выполнены и не получен ожидаемый (проектируемый) результат, то анализируется возможность выполнения проектных решений. Если проектные решения выполнимы, принимается, что анализируемый раздел качественный, выполненные работы некачественные. ►►

- design assumptions (anticipated outcome) – design values of criteria which are planned to be obtained during design implementation. These may be: reservoir depth, formation pressure, advance per bit, etc.
- design solutions – engineering and technological ways of job performance, which yield actual results and are compared with design assumptions. It may be: type of drill bit, slurry density, etc. The anticipated outcome (design assumptions) for the type of drill bit are: footage per bit, drilling rate, cost per meter.

Each design solution is correlated with anticipated outcomes (design assumptions). These may be engineering, economic or informational in nature, or may be borrowed from the list of design assumptions or represent additional information entered by the user. The anticipated outcome could be matched with the actual result through an automatic comparison procedure or manually. The result is a normalized value of comparison of anticipated and obtained outcome from 0 to 1.

The procedure of comparison of anticipated and actual result includes determination of priority of anticipated outcomes, degree of impact of design solutions, design assumptions and receipt/non-receipt of anticipated results, intervals of allowed values of the actual result and the function for calculation of rank value.

The following general principles should be employed in developing evaluation functions.

- If the design criterion from the analyzed section of design during well construction is met and the anticipated result is obtained, then the design criterion is assumed to be of good quality.
- If design solutions during well construction are met and the anticipated outcome is not obtained, then the analyzed section is assumed to be of poor quality.
- If design solutions during well construction are met and the obtained result exceeds the anticipated outcome, then the analyzed section of the design may be assessed as being of poor quality.
- If design solutions during well construction are not met, and the anticipated result is not obtained, then the feasibility of meeting design solutions is analyzed. If the latter are within the realm of possibility, then the analyzed section is assumed to be of good quality while the jobs performed are considered to be sub-par. If design solutions cannot be fulfilled, then the analyzed section of the design is taken to be of poor quality and suggestions are made to apply corrective action.
- If in the course of well construction and /or during further well operation complications, accidents and /or reduced information content or well efficiency are observed caused by specific factors, and these factors are not accounted for in the design as design solutions or assumption, then the corresponding section of the design shall be considered to be of poor quality.

2. Determination of the importance of each criterion for general evaluation of design quality

In order to assess the normalized value of design solutions (DS) and design assumptions (DA) a special quantity impact degree is introduced – so-called weight coefficient, which is a number from 0.1 to 1. This quantity defines the level of significance of DS and DA in the common coefficient of quality of design data section.

For each design data section there is its own weight coefficient which reflects the importance of data section in design quality for the stage of construction and later on for each stage of well construction and for general well design data, a weight coefficient is also introduced. This coefficient takes into account the importance of design solution for each construction stage in the overall design quality and hence, in the total well quality.

The weight coefficients that take account of the significance of each evaluated design solution, design data section and the stage of well construction are determined according to their ►►

Если проектные решения невыполнимы, принимается, что анализируемый раздел некачественный и формулируется предложения на корректировку раздела.

- если в процессе строительства скважины и/или в процессе дальнейшей эксплуатации отмечены осложнения, аварии и/или снижение информативности, продуктивности скважины, вызванные определенными факторами, и эти факторы не учтены в проекте в виде проектных решений и предположений, то соответствующий раздел проекта некачественный.

2. Определение важности каждого критерия для общей оценки качества проекта.

Для каждой оценки приведенных значений проектных решений (ПР) и проектных предположений (ПП) вводится степень влияния - весовой коэффициент, представляющий собой число в пределах от 0.1 до 1. Степень влияния определяет важность ПП или ПР в общем коэффициенте качества раздела проектных данных.

Для каждого раздела проектных данных также вводится свой весовой коэффициент, учитывающий важность раздела данных в качестве проекта по этапу строительства, в дальнейшем для каждого этапа строительства скважины и для общих проектных данных по скважине также вводится свой весовой коэффициент, учитывающий важность проектных решений по этапу строительства в общем качестве проекта, следовательно и в общем качестве скважины.

Весовые коэффициенты, для учета значимости каждого ►►



impact on the jobs economic performance and the value of potential risks in the course of well construction. The values of weight coefficients have been determined by a team of experts while designing the subsystem "Evaluation of design quality" which involved the use of the "Method of expert appraisal".

3. Mechanism of comparison of each criterion with actual data and acquisition of rank value for each criterion and groups of criteria

The impact of design solution quality (assumption) on the overall design quality is defined by various relationships. Hereinafter, design quality or assumption is designated as "parameter".

The normalized value of parameter does not represent its value. The notion is introduced of "rank value of parameter" P_i as a function of its normalized value. The magnitude of the rank value of the parameter is determined by various relationships depending on the normalized value:

- Linear relationship presupposes that deviation of the anticipated result from the actual has a proportional effect on design solution quality.
- Square relationship presupposes that a marginal deviation of the anticipated result from the actual has a minor effect on design solution quality.
- There may be mixed variants of relationships where greater deviation of the anticipated result from the actual is determined by a linear relationship, and a smaller deviation - by square relationship and vice versa. The rank value of the parameter varies from 0 to 1 ($0 \leq P_i \leq 1$).

4. Acquisition of a single quality coefficient for design and also for design sections that evaluate individual stages of well construction

The following sequence for determination of single design quality for a separate stage of well construction has been implemented.

- Determination of rank value of each parameter P_i with regard to the degree of impact (weight coefficient)
- Determination of the absolute input of each parameter to total quality evaluation.
- Mean non-adjusted evaluation of quality is determined as the sum total of absolute inputs of each parameter to the total evaluation of data section quality and later on of each stage and design as a whole.
- Acquisition of objective evaluation in a single with rank values of initial parameters scale (from 0 to 1) using the coefficient of adjustment of mean value.

Conclusion

Introduction of the technique reviewed in this article in branch companies and Lukoil corporate centre would offer the following advantages:

- Reduced labour input in the evaluation of engineering designs
- Higher objectivity and reliability of their evaluation
- Evaluation of the design as a system of single formalized coefficients that allow comparison to be made of quality of designs and their sections of various designations carried out by different engineering companies. ■

оцениваемого проектного решения, раздела проектных данных и этапа строительства определены исходя из их влияния на технико-экономические показатели работ и величину возможных рисков в процессе строительства скважины.

Величины весовых коэффициентов определены при проектировании подсистемы «Оценка качества проекта» с использованием «Метода экспертных оценок» группой квалифицированных экспертов.

3. Механизм сравнения каждого критерия с фактическими данными и получение оценочного значения каждого критерия и их групп

Влияние качества проектного решения (предположения) на общее качество проекта определяется различными зависимостями. Далее по тексту проектное решение или предположение обозначается как «параметр». Приведенное значение параметра не является его оценкой. Вводится понятие «оценочное значение параметра» P_i как функция приведенного значения параметра. Величина оценочного значения параметра в зависимости от приведенного значения определяется зависимостями различного вида:

- Линейная зависимость предполагает, что отклонение ожидаемого результата от фактического пропорционально влияет на качество проектного решения.
- Квадратичная зависимость предполагает, что незначительное отклонение ожидаемого результата от фактического мало влияет на качество проектного решения. Большее отклонение сильнее влияет на качество проектного решения.
- Возможны смешанные варианты зависимостей, когда отклонение ожидаемого результата от фактического в большую сторону определяется по линейной зависимости, в меньшую – по квадратичной, и наоборот. Оценочное значение параметра изменяется в пределах от 0 до 1 ($0 \leq P_i \leq 1$).

4. Получение единого коэффициента качества для проекта в целом, а также для разделов проекта, оценивающих отдельные этапы строительства скважины

Реализована следующая последовательность определения единого качества проекта по отдельному этапу строительства скважины:

- Определение оценочного значения каждого параметра P_i с учетом степени влияния (весового коэффициента);
- Определение абсолютного вклада каждого параметра в суммарную оценку качества.
- Средняя неприведенная оценка качества определяется как сумма абсолютных вкладов каждого параметра в суммарную оценку качества раздела данных, в дальнейшем этапа и проекта в целом.
- Получение объективной оценки в единой с оценочными значениями исходных параметров шкале (от 0 до 1) с использованием коэффициента приведения средней оценки.

Заключение

Внедрение в дочерних добывающих обществах и в корпоративном центре компании «ЛУКОЙЛ» методики, описанной в данной статье, позволит получить следующие преимущества:

- Снизить трудоемкость оценки Технических проектов.
- Повысить объективность и достоверность их оценки.
- Получить оценку в виде системы единых формализованных коэффициентов, позволяющих сравнивать качество проектов и их разделов различного назначения, выполняемых различными проектными организациями. ■

