

Динамическое планирование как инструмент управления фондом скважин нефтегазодобывающих предприятий

Салько М.Г., к.э.н., доцент,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Зубарев А.А., д.э.н., профессор,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Жигунова О.А., д.э.н., профессор,

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье рассматривается планирование капитального ремонта как подсистема управления фондом скважин. Авторами предложено использование динамической модели планирования ремонтных работ. Представлены характеристика и особенности использования динамического планирования при разработке плана-графика капитального ремонта скважин с учетом возникновения возможных осложнений. В качестве практической апробации представлен фрагмент ремонтных операций в рамках капитального ремонта нефтяных скважин.

Ключевые слова: фонд скважин, капитальный ремонт, динамическое планирование

Dynamic planning as a tool for managing the well stock of oil and gas companies

Salko M.G., candidate of economic sciences, associate professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Zubarev A.A., Doctor of Economics, Professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Zhigunova O.A., Doctor of Economics, Professor,

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Annotation. The article discusses overhaul planning as a subsystem of well stock management. The authors proposed the use of a dynamic model for planning repair work. The characteristic and features of the use of dynamic planning in the development of a schedule of well overhaul taking into account possible complications are presented. As a practical test, a fragment of repair operations within the framework of oil well overhaul is presented.

Keywords: well stock, overhaul, dynamic planning

Введение

В течение последних 10-15 лет нефтедобывающая промышленность России испытывает серьёзные преобразования, вызванные изменениями на мировом рынке нефти, сокращением спроса на сырьевые ресурсы, появлением новых технологий и др. Сокращение объемов добычи нефти и газа приводит к снижению числа разработки новых месторождений и ликвидации старых скважин. Кроме того, многие разработанные месторождения испытывают серьёзные проблемы, связанные с использованием устаревших технологий, изношенностью оборудования, трудностями в поставке необходимых запасных частей для ремонта в следствии чего увеличивается количество аварий. Капитальный ремонт призван обеспечить эффективное и своевременное выполнение аварийно-восстановительных работ, консервацию и ликвидацию низкодебитных скважин. Ограниченность ресурсов, наличие факторов неопределенности создают проблемы в оперативном планировании и управлении фондом скважин, что определяет актуальность темы исследования.

Результаты исследования

Динамика развития производственных процессов в нефтегазодобыче, связанных с принятием оперативных взаимосвязанных решений ставит ряд задач перед системой управления фондом скважин. Процесс управления капитальным ремонтом скважин призван обеспечить оптимизацию добычи и надежной

эксплуатации производственных объектов нефтегазодобывающего предприятия¹.

Использование динамических моделей планирования позволяет оптимизировать разработку и принятие управленческих решений, направленных на координацию взаимосвязанных действий при капитальном ремонте скважин. Динамическое планирование дает возможность учитывать факторы неопределенности для решения поставленных задач².

Процесс динамического планирования заключается в построении линейных и сетевых планов-графиков работ, составлении плана ресурсного обеспечения и прогнозной оценке эффективности управленческих решений.

Управление фондом скважин предприятия включает множество процессов, которые подвержены влиянию факторов неопределенности и риска. Капитальный ремонт, как подсистема управления фондом скважин сталкивается с огромным количеством задач, динамично изменяющихся во времени, что создает потребность в принятии новых управленческих решений в короткий срок. Эффективность выполнения задач зависит от выбранного варианта, скорости принятия решения и наличия необходимых ресурсов. В этой связи требуется достаточная гибкость в управлении работами капитального ремонта нефтегазовых скважин. Капитальный ремонт (КР) – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые³. Капитальный ремонт скважин осуществляется согласно заранее разработанному плану-графику, по результатам диагностики и анализа их технического состояния. Прогнозирование технического состояния эксплуатации скважины позволяет планировать очередные и

¹ Осинская И.В. Повышение эффективности управления фондом нефтяных скважин // Теория и практика общественного развития. Международный научный журнал Социология. Экономика. Право. – 2015, – № 8. С. 59-61

² Методы принятия управленческих решений и моделирование промышленного производства: Учеб. пособие. / М.А. Бражников, И.В. Хорина, Р.А. Селиванова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 107 с.

³ Положение о техническом обслуживании и планово-предупредительном ремонте оборудования, используемого в бурении и капитальном ремонте скважин [Электронный ресурс] – Режим доступа.- URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082158>

внеочередные ремонты оборудования, с использованием вероятностных моделей. Расчет возможной продолжительности работы оборудования является базовым показателем вероятностного распределения и служит основанием для определения очередного срока выполнения ремонтных работ. При этом допускается изменение объема и перечня работ при выявлении дополнительных параметров в процессе выполнения ремонтных работ. Динамика аварийных ситуаций на нефтегазовых скважинах демонстрируют несовершенство системы планирования капитального ремонта (рис.1.)

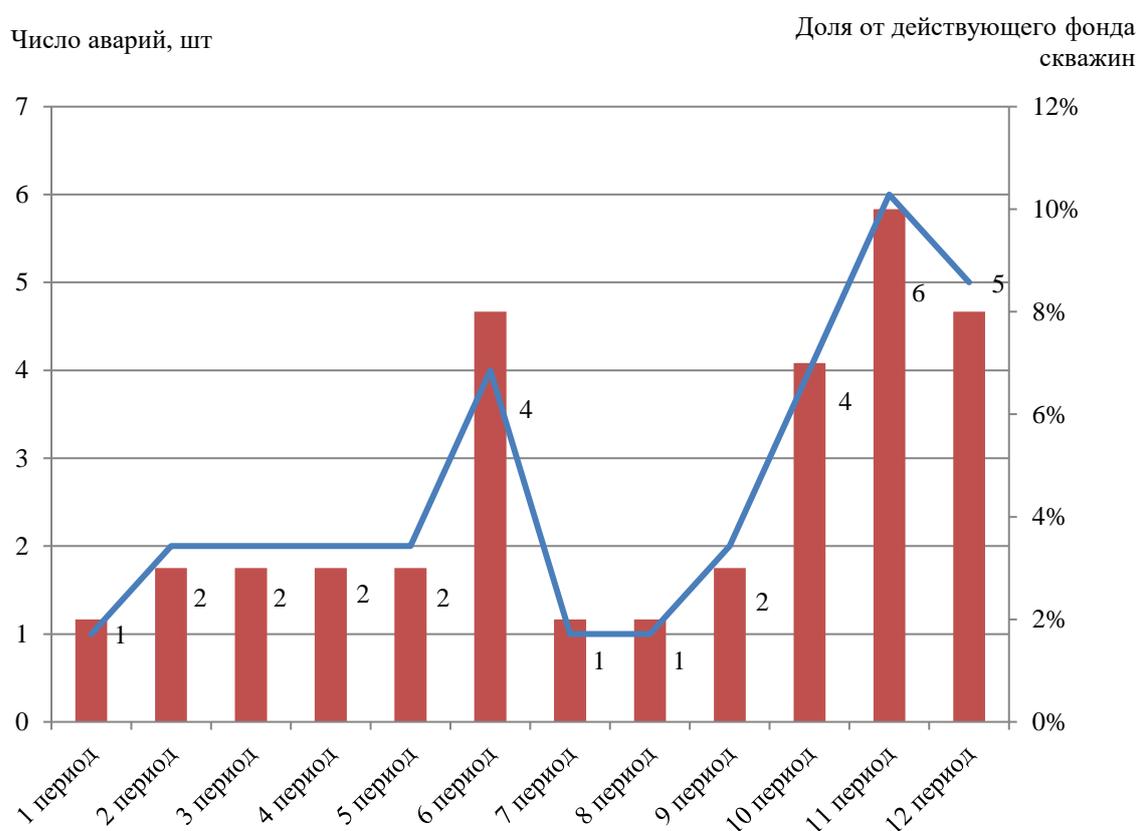


Рис. 1 – Динамика и доля аварий в числе действующего фонда скважин
[составлено авторами по данным нефтегазодобывающего предприятия]

Авторами предлагается в системе планирования капитального ремонта скважин использовать динамическую модель японской методологии P2M. Основная особенность методологии P2M может быть выражена как определяемое миссией управление проектами или программой, которое

определяется сложностью решения проблемы в условиях взаимодействия между технической системой и моделью бизнеса⁴.

Во время проведения капитального ремонта скважин возникает множество осложнений, обусловленных ошибками персонала, поломкой оборудования, непредвиденными геолого-техническими и другими факторами. В этой связи порядок и продолжительность отдельных операций по ремонту может существенно измениться. Динамическое планирование капитального ремонта позволяет обеспечить достаточную гибкость, чтобы в полной мере достичь поставленных целей⁵. Динамическая модель включает универсальный инструментарий управления проектной деятельностью: установление цели, определение последовательности выполняемых задач, распределение ответственности за выполняемые функции, прогнозирование возможные отклонений и другие⁶.

Динамическое планирование в системе капитального ремонта скважин предусматривает изменение плановых показателей по отдельным этапам ремонтных работ с учетом измерения вероятности наступления возможных осложнений и длительности работ по их устранению (рис.2).

Корректировка плана-графика проведения капитального ремонта один из компонентов динамического управления фондом скважин. Оценка вероятности наступления возможных осложнений в ходе проведения капитального ремонта – есть инструмент прогнозирования развития возможных событий.

Текущий мониторинг за динамикой изменения факторов неопределенности позволяет оценить критические значения показателей вероятности с целью своевременного устранения осложнений и предотвращения аварийных ситуаций.

⁴ Энциклопедия по экономике [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://economy-ru.info/info/193379/>

⁵ Осиновская И.В. Планирование капитального ремонта скважин на основе агрегативно-декомпозиционной модели / И.В. Осиновская, В.В. Пленкина // Экономика и предпринимательство. – 2014. – №9(50). С. 660-663

⁶ Осиновская И.В. Информационное обеспечение программно-целевого планирования ремонтного обслуживания нефтедобывающего предприятия // Теория и практика общественного развития Международный научный журнал Социология. Экономика. Право. – 2015. – №11. С. 82-84

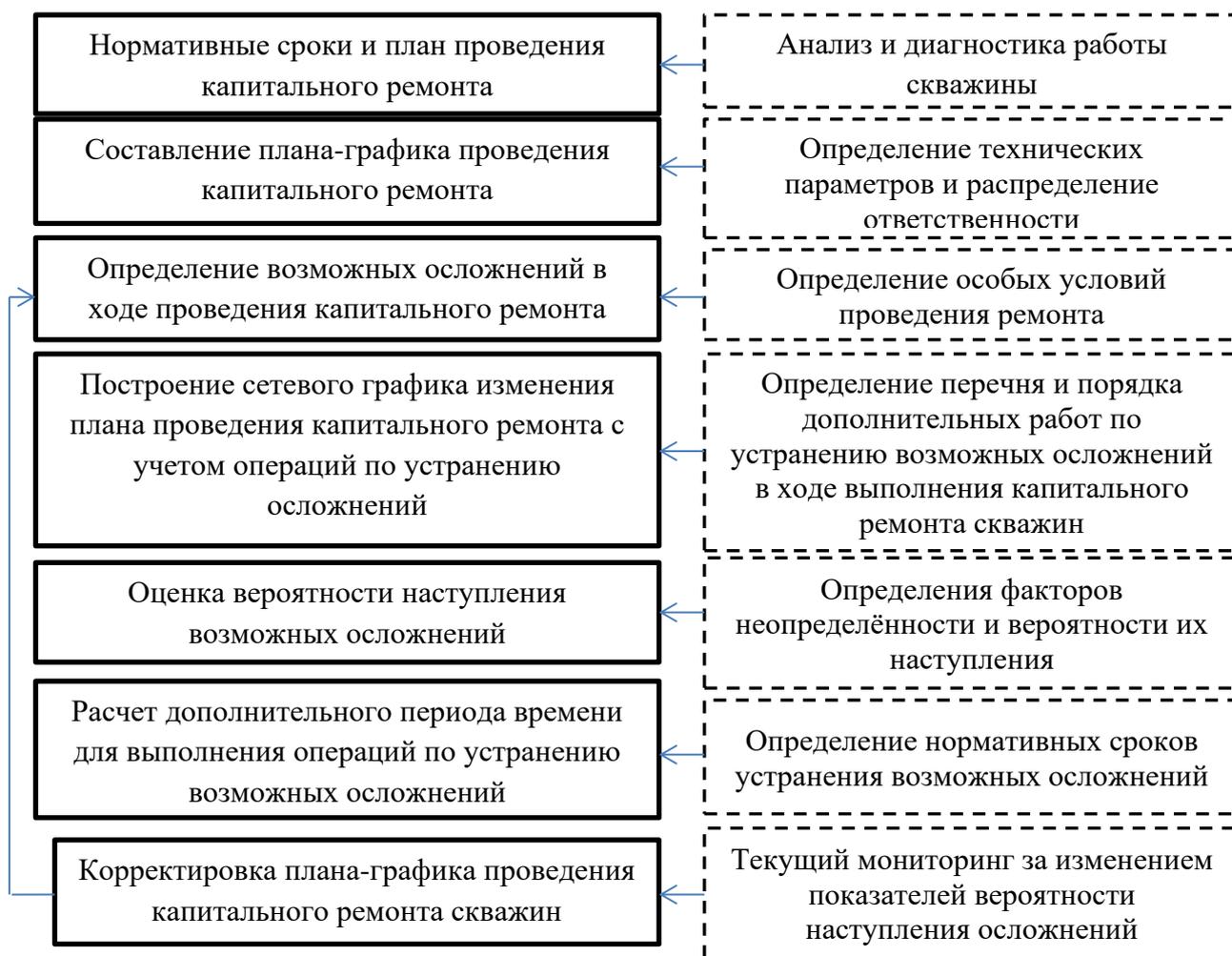


Рис.2 – Динамическое планирование капитального ремонта скважин

Необходимость проведения дополнительных операций по устранению осложнений оценивается как резерв времени проведения капитального ремонта в нормальных условиях. Сетевой график с возможными отклонениями выполнения ремонта, учитывающий весь перечень необходимых работ при наступлении факторов неопределенности дает возможность заблаговременно спланировать действия персонала в различных условиях. Каждая скважина обладает уникальными характеристиками, что заставляет планировать ее капитальный ремонт индивидуально. Описание всех особых условий работы скважины позволяет определить специфику проведения ремонтных работ и связанных с ними возможных осложнений⁷. План-график капитального ремонта

⁷ Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. [Текст] – М.: Госгортехнадзор, 2013. – 131 с.

скважин тем самым будет выглядеть подвижным динамическим объектом, в зависимости от того как будут изменяться условия проведения работ.

Динамическая модель позволяет сконцентрировать внимание на возникновение возможных осложнений, чтобы с минимальными потерями скоординировать выполнение необходимых операций в кратчайшие сроки. С помощью информационных технологий и программных продуктов система динамического планирования существенно упрощает выполнение задач по оперативному реагированию на изменение плана графика работ.

Авторами проведена теоретическая апробация динамической модели капитального ремонта скважины нефтегазового месторождения «***» глубиной 3400 м. В таблице 1 представлен фрагмент выполняемых операций в ходе капитального ремонта и возможных осложнений.

Таблица 1

Характеристика выполнения ремонтно-изоляционных работ, при капитальном ремонте нефтяных скважин и возможных осложнений

Номер операции	Ремонтные работы ⁸	Возможные осложнения ⁹	Операции по устранению осложнений
1	производят глушение скважины	не происходит глушение	увеличение или уменьшение плотности раствора
2	спускают перо-скрепер-шаблон (ПСШ), а в случае использования пакерной установки для отключения отдельных участков пласта выполняется спуско-подъемочная операция забойного двигателя с грушевидным фрезером*	отсутствие забоя скважины	промывка скважины
		не проходимость скрепера или ПСШ	правка колонны, спуск ПСШ
		не достижение проектного интервала посадки пакера	спуск грушевидного фрезера меньшего диаметра
3	спускают насосно-компрессорные трубы (НКТ) с «пером» или пакером (съемным или разбуриваемым)	нарушение технологии спуска пера	ликвидация аварии
		нарушение скорости спуска пакера	самопроизвольная посадка пакера в незапланированном интервале

⁸ РД 153-39-023-97 Правила ведения ремонтных работ в скважинах.

⁹ Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: учебник / Ю.М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков. — Москва: Недра, 2000 - 679 с.

4	при отключении верхних или промежуточных пластов выполняют операции по предохранению нижних продуктивных пластов (заполняют ствол скважины в интервале от искусственного забоя до отметки на 1,5-2,0 м ниже подошвы отключаемого пласта песком, глиной или вязкоупругим составом, устанавливают цементный мост или взрыв-пакер)	закупоривание НКТ отсыпаемым песком	- производится гидровоздействие в НКТ, - вертикальное перемещение лифта НКТ, - комбинированное воздействие, - при необходимости поднятие и повторный спуск НКТ.
		не соответствие отсыпанного текущего забоя после определения его	доотсыпка или промывка излишков песка
		незапланированная посадка пакера	- поднятие стыковочного инструмента и спуск турбины или забойного двигателя либо жесткой компоновки с фрезерующим инструментом с целью последующего фрезерования пакера, - монтаж и повторный спуск пакера.
		не происходит активация пакера	поднятие и замена пакера
5	производят гидроиспытание НКТ или НКТ с пакером	негерметичные НКТ	замена НКТ или пакера
6	определяют приемистость вскрытого интервала пласта. Если она окажется менее 0,6 м/(ч·МПа), проводят работы по увеличению приемистости изолируемого интервала (например, обработку соляной кислотой)	бездействие кислотного раствора на кальмотант пласта	- подбор нового кислотного состава
7	выбирают тип и объем тампонажного раствора; приготавливают и закачивают под давлением в заданный интервал тампонажный раствор и оставляют скважину на ОЗЦ. Срок ОЗЦ устанавливают в зависимости от типа тампонажного раствора. По истечении срока ОЗЦ производят проверку моста	получение незапланированного «STOP» в процессе закачки тампонажного раствора	- вымыв, закачанного цемента из НКТ, подъем и спуск забойного двигателя с долотом - повторный спуск пера и восстановление приемистости скважины, - спуск компоновки под цементную заливку, - повторная цементная заливка, - повторное ОЗЦ
		не удалось установить	привлечение партий геолого-физических работ для

	и гидроиспытание эксплуатационной колонны	преемственность скважины	проведения перфорационных работ
		Не достижение запланированного технологического «STOP»	- закачка блок-пачки или искусственного кальматанта, - замена структуры тампонажного цементного раствора, - ОЗЦ и опрессовка цементного моста, - в случае падения давления более 0.5 Мпа за 30 минут цементный мост признается не герметичным и выполняется спуск забойного двигателя с долотом, разбуривание цементного моста, определение преемственности, спуск компоновки под цементную заливку и повторное выполнение основных технологических операций.
8	Проводят проверку качества тампонируемых интервалов операций: спуско-подъемные операции забойного двигателя с долотом или опрессовка тампонируемых изолированных интервалов*	клин забойного двигателя	подъем, смена забойного двигателя и его спуск
		некорректный подбор инструмента для бурения	подъем, смена инструмента для бурения и его спуск
		негерметичность ранее изолированных интервалов операций	восстановление приемистости, спуск пера, проведение кислотной обработки и гидровоздействия или реперфорации
9	Извлечение отсыпанного песка или установленного отсекающего пакера*	обрыв НКТ	спуск и подъем ловильного инструмента
		клин забойного двигателя	подъем, смена забойного двигателя и его спуск
		некорректный подбор фрезерующего инструмента	подъем, замена фрезерующего инструмента и его спуск

* скорректированный перечень операций с учетом современных условий их реализации.

Каждая операция ремонтных работ имеет нормативное время ее выполнения. В таблице 1 перечислены возможные осложнения, при выполнении ремонта, которые возникают с некоторой степенью вероятности. Операции по устранению возможных осложнений имеют как нормативное время, так и непроизводительные потери. Авторами построен график капитального ремонта в части выполнения ремонтно-изоляционных работ на нефтяной скважине, на котором показано, на сколько может быть увеличено время выполнения операции, при возникновении осложнений. На графике видно, что по седьмой операции продолжительность устранения осложнения больше чем нормативный срок выполнения данного вида работ. Такая особенность обусловлена характером и высокой вероятностью возникновения осложнений. По другим операциям превышение или сокращение времени на выполнение работ по устранению осложнений так же будет зависеть от вероятности их наступления и наличия необходимого ресурсного обеспечения, в том числе подготовленности инструментального хозяйства и наличия необходимых сырьевых ресурсов (рис.3).

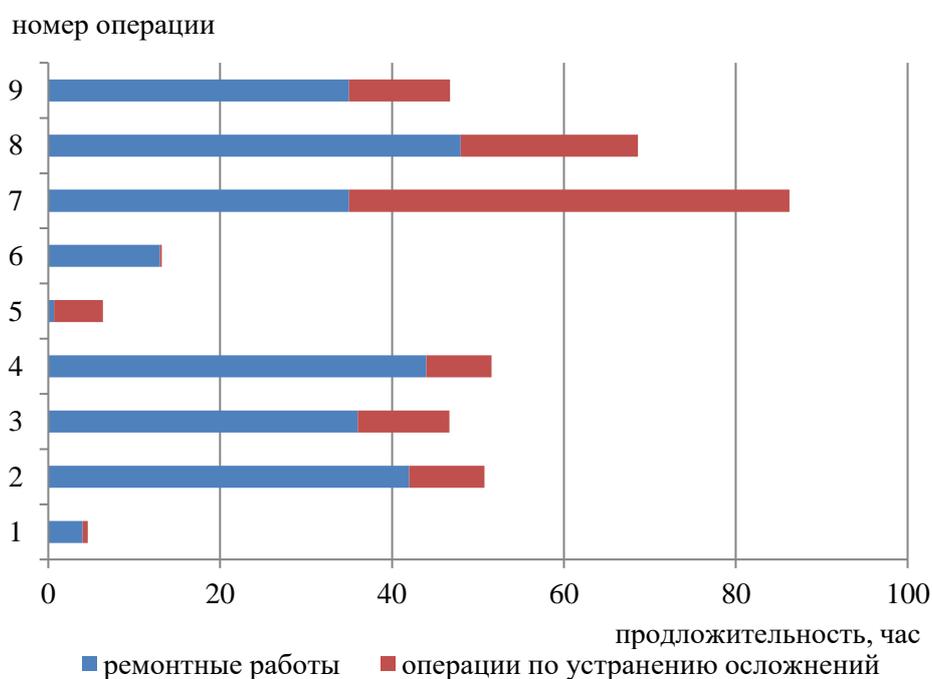


Рис. 3 – График проведения ремонтно-изоляционных работ и операций по устранению осложнений

В зависимости от динамики изменения факторов неопределённости и условий выполнения ремонтных работ, наступление и продолжительность осложнений может изменяться и график будет подвижным. В результате завершения определенной операции на графике будет видно на сколько может быть продлена продолжительность следующего этапа выполнения ремонтных работ. Использование такой модели возможно при хорошей организованности оперативной работы, при выполнении капитального ремонта.

Динамическое планирование капитального ремонта нефтегазовых скважин позволяет оперативно выполнить перестройку плана выполнения сложных технологических операций, тем самым минимизировать отклонение плановых показателей от фактических по причине несовершенного прогнозирования будущих ситуаций. Динамическая модель не требует дополнительных навыков управленческого персонала и направлена на совершенствование существующей методики, адаптивно включающейся в систему планирования в качестве дополнительной надстройки¹⁰. Рекомендуемый подход не требует существенных ресурсных вложений, при этом, имеет значительный технико-экономический эффект. Технология выполнения ремонтных работ не предусматривает внесения существенных изменений, при этом корректировка графика предусматривает резерв времени и средств на устранение осложнений, что обеспечивает скорейшее выполнение необходимых операций без нарушений режима работы и т.п. Экономический эффект динамического планирования выражается в повышении обоснованности объемов и сроков поставки необходимых материально-технических ресурсов, времени работы персонала и главное – сокращение потерь добычи нефти за счет оптимизации выполнения ремонтных работ.

Заключение

Управление фондом нефтегазовых скважин сложнейший организационно-технологический процесс, требующий качественных методических

¹⁰ РД 39-1-402-80 Инструкция по планированию, финансированию и организации ремонта скважин и процессов повышения нефтеотдачи пластов.

инструментов менеджмента. Капитальный ремонт один из основных подсистем процесса управления, направленный на достижение плановых показателей добычи нефти и газа. Динамическое планирование ремонтных работ обеспечивает формирование программы капитального ремонта скважин с наиболее реалистичными данными. Надежные показатели планирования дают возможность с наибольшей эффективностью координировать работу как основных, так и вспомогательных подразделений нефтегазодобывающего предприятия. Обеспечение резерва времени при корректировке плана-графика ремонтных работ позволит снизить психологическую нагрузку персонала, повысить уровень координации работ, обеспечить необходимыми ресурсами в назначенный срок. Таким образом, динамическое планирование является инструментом системы управления скважинами нефтегазодобывающего предприятия и имеет высокий потенциал перспективного развития.

Библиографический список

1. Методы принятия управленческих решений и моделирование промышленного производства: Учеб. пособие. / М.А. Бражников, И.В. Хорина, Р.А. Селиванова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 107 с.
2. Осиновская И.В. Информационное обеспечение программно-целевого планирования ремонтного обслуживания нефтедобывающего предприятия // Теория и практика общественного развития Международный научный журнал Социология. Экономика. Право. – 2015. – №11. С. 82-84
3. Осиновская И.В. Планирование капитального ремонта скважин на основе агрегативно-декомпозиционной модели / И.В. Осиновская, В.В. Пленкина // Экономика и предпринимательство. – 2014. – №9(50). С. 660-663
4. Осиновская И.В. Повышение эффективности управления фондом нефтяных скважин // Теория и практика общественного развития. Международный научный журнал Социология. Экономика. Право. – 2015, – № 8. С. 59-61

5. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: учебник / Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. – Москва: Недра, 2000 – 679 с.

6. Положение о техническом обслуживании и планово-предупредительном ремонте оборудования, используемого в бурении и капитальном ремонте скважин [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082158>

7. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. [Текст] – М.: Госгортехнадзор, 2013. – 131 с.

8. РД 153-39-023-97 Правила ведения ремонтных работ в скважинах.

9. РД 39-1-402-80 Инструкция по планированию, финансированию и организации ремонта скважин и процессов повышения нефтеотдачи пластов.

10. Энциклопедия по экономике [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://economy-ru.info/info/193379/>

References

1. Methods for making managerial decisions and modeling of industrial production: Textbook. allowance. / M.A. Brazhnikov, I.V. Khorina, R.A. Selivanova. - Samara: Samar. state tech. Univ., 2012. – 107 p.

2. Osinovskaya I.V. Information support of the target-oriented planning of repair maintenance of an oil-producing enterprise // Theory and Practice of Social Development International Scientific Journal Sociology. Economy. Right. – 2015. – № 11. S. 82-84

3. Osinovskaya I.V. Well overhaul planning based on an aggregative decomposition model / I.V. Osinovskaya, V.V. Plenkina // Economics and Entrepreneurship. – 2014. – №9 (50). S. 660-663

4. Osinovskaya I.V. Improving the efficiency of oil well fund management // Theory and practice of social development. International scientific journal Sociology. Economy. Right. – 2015, – № 8. P. 59-61

5. Complications and accidents when drilling oil and gas wells: a textbook / Yu.M. Basarygin, A.I. Bulatov, Yu.M. Proselkov. – Moscow: Nedra, 2000 – 679 p.

6. Regulation on the maintenance and preventive maintenance of equipment used in drilling and workover, [electronic resource] – Access mode. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082158>

7. Safety rules in the oil and gas industry. [Text] – Moscow: Gosgortekhnadzor, 2013. – 131 p.

8. RD 153-39-023-97 Rules for repair work in wells.

9. RD 39-1-402-80 Instruction for planning, financing and organizing well repair and enhanced oil recovery processes

10. Encyclopedia of Economics [electronic resource] – Access mode. – URL: <https://economy-ru.info/info/193379/>