

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС «РЕАНИМАЦИИ» НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Вильданов Н.А., Димов Э.М., Салихов М.Ф., Халимов Р.Р.

В работе представлено исследование бизнес-процесса реанимации нефтяных скважин в интересах имитационного моделирования, в частности, приведена и подробно описана схема функционирования процесса. Выделены основные случайные факторы, отрицательно влияющие на процесс.

Ключевые слова: имитационное моделирование, имитационная модель, повышение эффективности нефтедобычи, реанимация скважин, восстановление работоспособности скважин, управление нефтедобычей.

Введение. Постановка задачи

Необходимая динамика и эффективность нефтегазодобывающего производства, как любого другого сложного, нелинейного технологического процесса, обеспечивается совокупностью взаимодействующих и взаимозависимых функций и реализующих их подсистем нефтяного предприятия. Здесь важны своевременно принятые правильные, отвечающие требованиям производства и эффективной экономике предприятия управленческие решения.

Ввиду того, что прибыль нефтедобывающего предприятия формируется прямо пропорционально количеству извлеченного из недр, а затем обработанного соответствующим образом продукта, основным бизнес-процессом любого нефтедобывающего предприятия является непосредственно процесс добычи нефти.

Эффективное функционирование процесса добычи зависит от большого числа как определенных, так и стохастических характеристик самого процесса и состояний обеспечивающих его подсистем. К обеспечивающим подсистемам нефтедобычи можно отнести автоматизированные системы контроля и управления, различное нефтяное оборудование (глубинные нефтяные насосы, станки-качалки, групповые замерные установки и т.д.). Именно непрерывный (круглосуточный) контроль и анализ свойств и состояний обеспечивающих подсистем зачастую являются продуктивными, оперативными методами функциональной оценки характеристик процесса добычи на каждом конкретном объекте (скважине) или на всем цеховом участке в целом, позволяющими организовывать нефтедобычу наиболее

эффективным образом. Важность этих методов подтверждается еще и тем, что проведение в качестве альтернативы геологоразведочных работ – процесс более ресурсозатратный, требующий большего количества времени, трудовых и материальных средств. В этой связи на исследуемом предприятии проводятся целые комплексы работ по поддержанию и восстановлению работоспособности эксплуатируемых скважин, в состав которых входит процесс реанимации, представляющий в рамках данного исследования наибольший интерес.

Актуальность процесса реанимации заключается в том, что нефтедобывающее производство требует единовременного массового введения новых объектов (скважин) в эксплуатацию только в период разработки неисследованных месторождений. Для уже эксплуатируемых месторождений, на которых процесс добычи нефти налажен и отработан, значение имеет не столько внедрение новых скважин (хотя оно также является важным и актуальным), сколько поддержание эффективной работы функционирующего фонда.

Анализ процесса реанимации выявил следующие его основные свойства:

- до начала работ необходимо знать, какой из методов реанимации применить к конкретной скважине – именно этот аспект определяет успешность реанимации;
- сам процесс, следовательно, и управление им достаточно усложнены, что приводит к необходимости разработки и внедрения новых, современных, методов управления;
- в силу дороговизны и необходимости в чрезвычайно быстром принятии управленческих решений затруднена, а зачастую и вовсе отсутствует возможность проведения экспериментов на скважинах.

Суть технологии реанимирования скважин заключается в следующем. Наряду с другими основной причиной выхода из строя эксплуатируемой нефтяной скважины является неисправность или отказ глубинного насоса [1]. Отказы могут быть вызваны, помимо износа и коррозии элементов насоса, следующими причинами [1]:

- отложением асфальтосмолосодержащих веществ в клапанных узлах;

- засорением насоса «плавающим» мусором и материалом футеровки насосно-компрессорных труб (НКТ);

- образованием высоковязкой нефтяной эмульсии (ВНЭ).

Эти причины могут быть устранены проведением подземного ремонта скважин (ПРС), однако такой способ является достаточно трудоемким, длительным и затратным, не говоря уже о его технологической сложности. Реанимация является высокоэффективной альтернативой ПРС.

Процесс реанимации определяет следующий порядок выполнения работ (способов реанимации) на скважине:

- применение частотного регулируемого электропреобразователя (ЧРЭП);

- применение универсального шкива (УШ);

- применение ЧРЭП или УШ в комбинации с промывкой скважины (водой, с помощью химии: Миопром, МЛ-81Б; горячей нефтью);

- применение промывки только при невозможности установки ЧРЭП или УШ.

Каждая из работ имеет свою продолжительность и требует определенных (в зависимости от количества имеющихся в фонде скважин) материальных и ресурсных затрат. Успешность применения того или иного способа реанимации на сегодняшний день может быть определена с достаточной точностью для каждой конкретной скважины только после ее проведения, это приводит к тому, что применяются последовательно все способы реанимации до тех пор, пока скважина не станет, в случае успеха, работоспособной или, в неблагоприятном случае, не будет поставлена на ПРС. Такой алгоритм нередко делает процесс реанимации избыточным, чрезмерно затратным, дорогостоящим (в среднем около 5 ... 15 тыс. руб. каждый подход, в зависимости от способа). Так, например, если для восстановления работоспособности скважины требуется применение ЧРЭП или УШ в комбинации с промывкой, а используют этот метод только после и в результате неуспешности применения ЧРЭП и УШ по отдельности и без промывки, то неоправданные временные затраты, которые в конечном счете оборачиваются потерей возможной прибыли, очевидны. Эффективнее было бы изначальное применение нужного способа реанимации, а не «слепой перебор» методов до достижения результата, как в приведенном примере.

Поддержку выбора наиболее эффективного способа реанимации скважины может обеспечить имитационная модель [2]. Модель должна носить

прогнозный характер, а именно – моделируя на основе текущих значений уникальных характеристик объекта процесс реанимации конкретной скважины, определять успешность либо неуспешность того или иного применяемого способа восстановления или всего процесса реанимации в целом.

Решение задачи

На рис. 1 представлена обобщенная схема бизнес-процесса реанимации скважин. Процесс начинается с поступления требования на восстановление работоспособности скважины, которое формируется на основе данных о снижении или отсутствии подачи пластовой жидкости и анализа функциональных характеристик скважины – динамограмм, динамического/статического уровней ($H_{\text{дин./стат.}}$) жидкости, а также другой информации, в частности, получаемой из корпоративной информационной системы предприятия.

Всю деятельность, связанную с реанимацией, организует и направляет ведущий инженер-технолог цеха по добычи нефти и газа (ЦДНГ). В звено реанимации входят:

- оператор по исследованию скважин – старший звена;

- электромонтер по обслуживанию станции с ЧРЭП (в случае применения станции с преобразователем частоты);

- оператор по добыче нефти (в случае установки универсального шкива);

- водитель автотранспорта.

Работники, занимающиеся реанимированием, до начала работ должны иметь следующую информацию о скважинном оборудовании:

- типоразмер установки;

- глубину спуска насоса;

- внутренний диаметр эксплуатационной колонны и наружный – насосно-компрессорных труб (НКТ);

- состояние «усового» нефтепровода;

- динамику изменения дебита по групповой замерной установке или другому замерному устройству;

- последние достоверные данные динамического и статического уровней.

Такие данные необходимы, в частности, для того, чтобы определить возможность применения на скважине УШ или ЧРЭП, так как УШ может не подойти по диаметру установки, а ЧРЭП по мощности. Определяется также наработка от предыдущего ПРС и, если она составляет 1000 и более суток, скважина ставится на ПРС без проведения реанимационных работ.

После прибытия бригады на объект оператор по исследованию дает электромонтеру указание на подключение ЧРЭП. После запуска ЧРЭП в целях предотвращения его поломки проверяется направление вращения электродвигателя, и в случае, если направление неверно (против часовой стрелки), электромонтер переключает его с пульта управления преобразователя частоты.

Оптимальное время проведения работ определяется по первоначальному состоянию скважины и теоретической производительности установки, но, как показала практика [1], должно быть не менее двух часов. В случае применения ЧРЭП число качаний станка-качалки рекомендуется увеличивать до максимально возможного, но не более чем 12 качаний в мин.

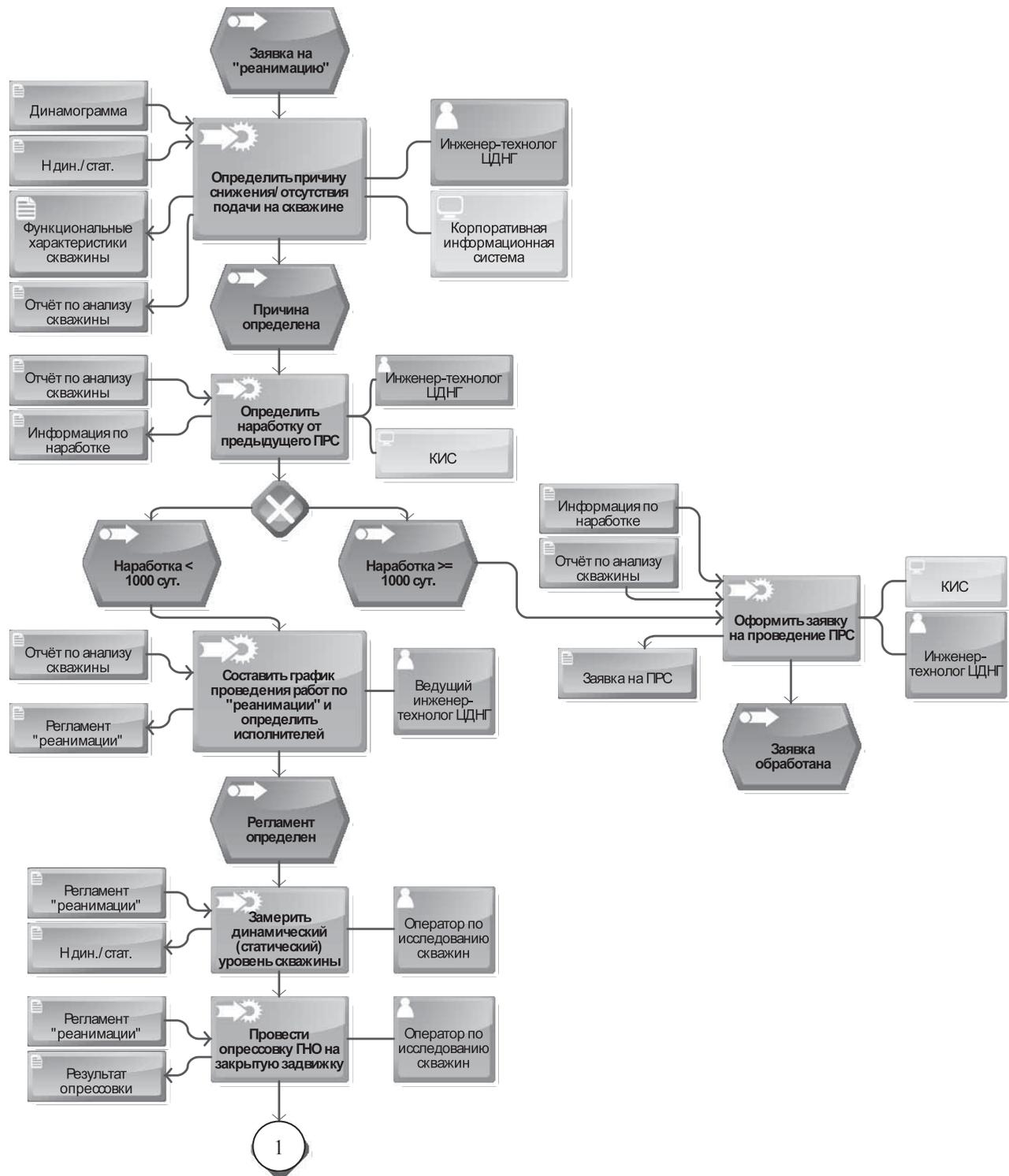


Рис. 1. Обобщенная схема бизнес-процесса «реанимации» нефтяных скважин (начало)

В ходе работ каждые 15-30 мин. оператор по исследованию скважин производит деятельность по замеру динамических уровней и снятию динамограмм. В случае достижения положительного эффекта – понижения динамического уровня и положительного результата опрессовки глубинного насосного оборудования на закрытую задвижку – скважина оставляется в работе. В ином случае скважина останавливается и оформляется план-заказ на ПРС.

Нередко после проведения реанимационных работ коэффициент подачи насоса скважины составляет менее 0,5 – в таком случае решение о выводе скважины в ремонт принимает геолого-технологическая служба цеха добычи по результатам технико-экономического обоснования. Результаты реанимации, независимо от их успешности, заносятся в корпоративную информационную систему предприятия.

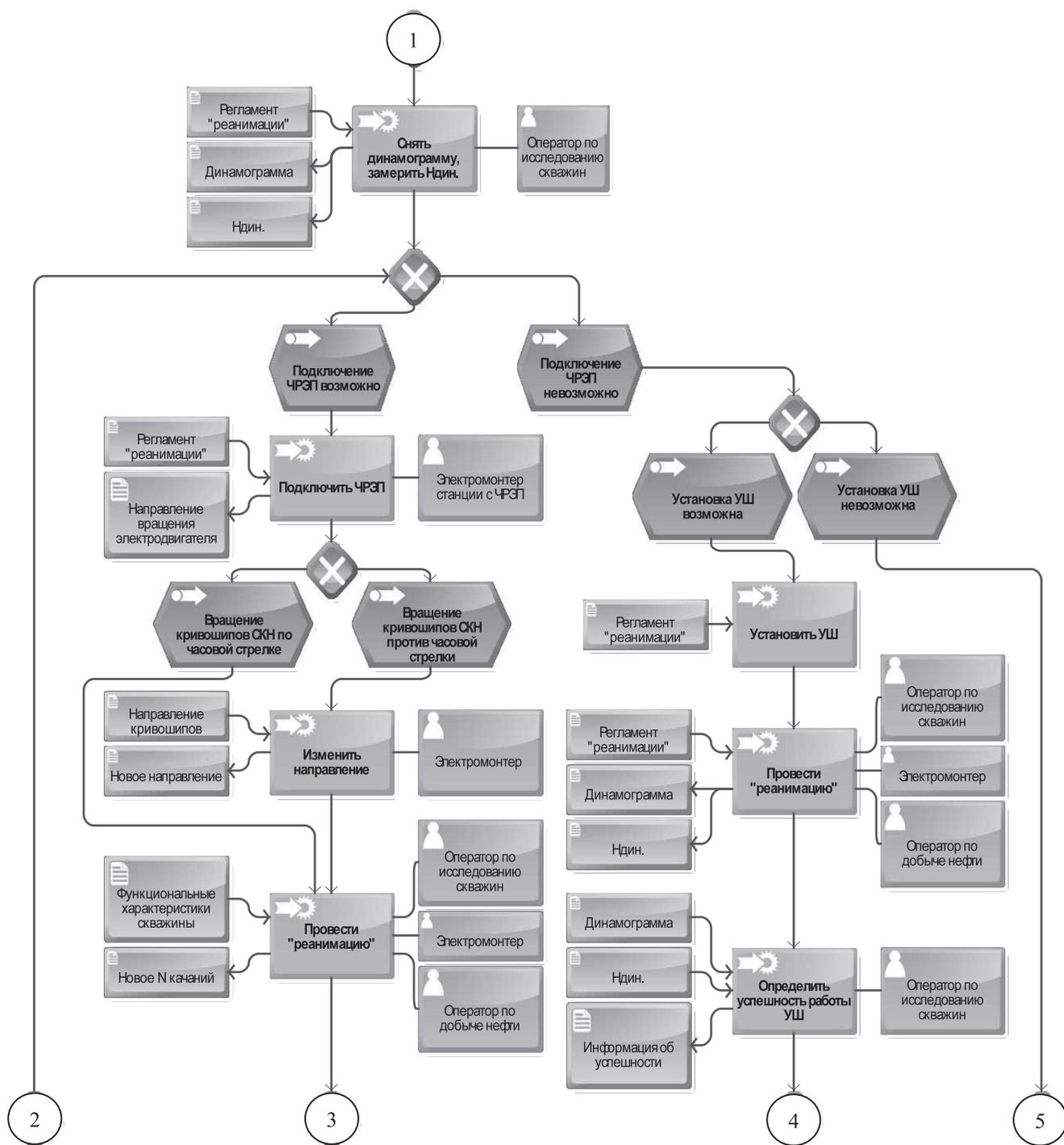


Рис. 1. Обобщенная схема бизнес-процесса «реанимации» нефтяных скважин (продолжение)

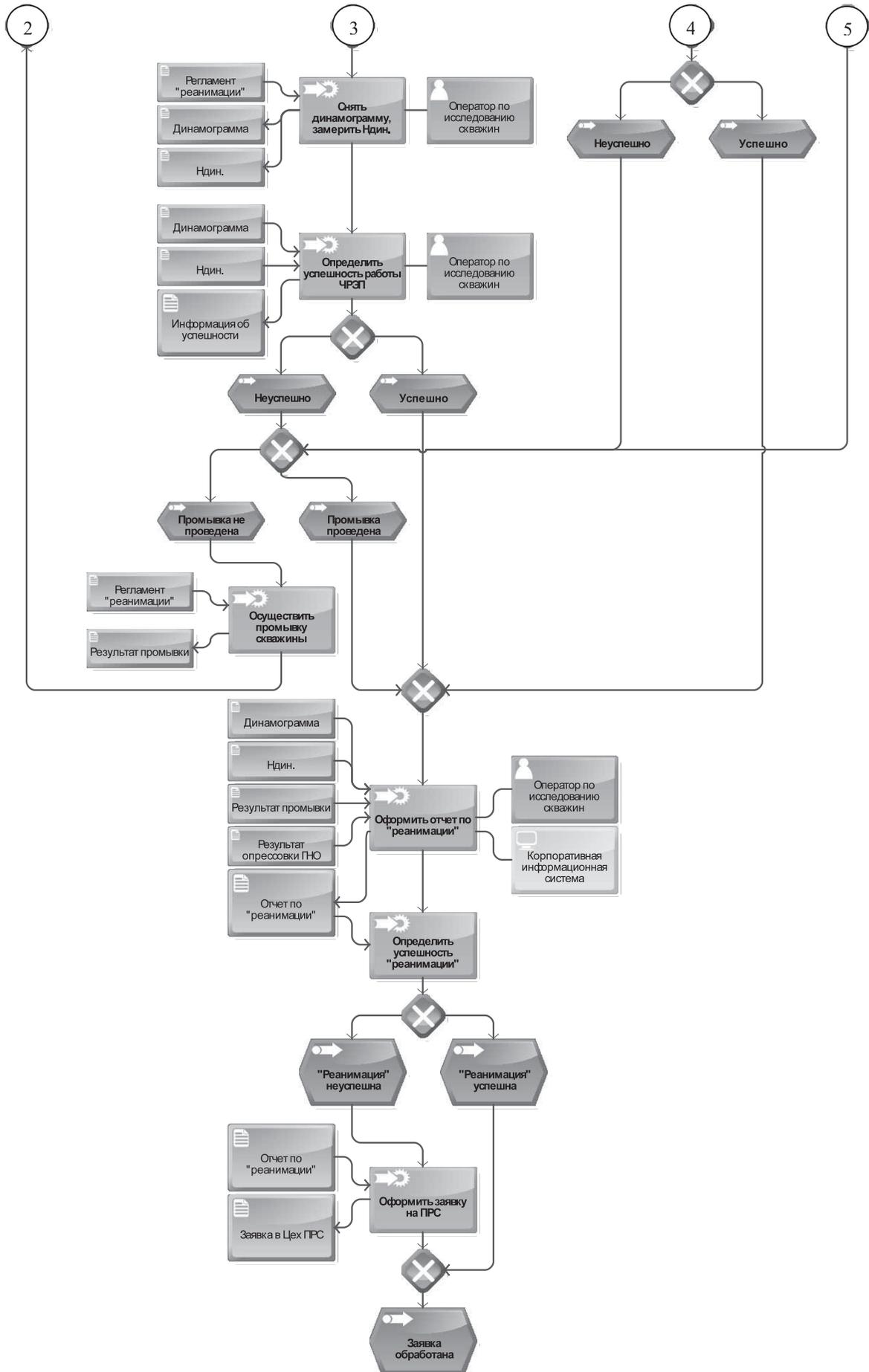


Рис. 1. Обобщенная схема бизнес-процесса «реанимации» нефтяных скважин (окончание)

Анализ исследуемого бизнес-процесса в интересах имитационного моделирования показал, что к числу случайных факторов, подлежащих моделированию, могут быть отнесены следующие:

- случайный динамический/статический уровень скважины до реанимации с ЧРЭП;
- случайный динамический/статический уровень скважины во время реанимации с ЧРЭП;
- случайный динамический/статический уровень скважины после реанимации с ЧРЭП;
- случайный динамический/статический уровень скважины до реанимации с УШ;
- случайный динамический/статический уровень скважины во время реанимации с УШ;
- случайный динамический/статический уровень скважины после реанимации с УШ;
- случайный динамический/статический уровень скважины до реанимации с применением ЧРЭП или УШ с промывкой;
- случайный динамический/статический уровень скважины во время реанимации с применением ЧРЭП или УШ с промывкой;
- случайный динамический/статический уровень скважины после реанимации с применением ЧРЭП или УШ с промывкой;
- случайный результат опрессовки ГНО на закрытую задвижку;
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-44 и менее в случае слабой подачи (ЧРЭП);
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-57 и более в случае слабой подачи (ЧРЭП);
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-44 и менее в случае зависания;
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-57 и более в случае зависания;
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-44 и менее в случае слабой подачи или НРК (шквив);
- случайное время проведения реанимации на Девоне, при Н-57 и более в случае слабой подачи или НРК (шквив);
- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-44 и менее в случае слабой подачи (ЧРЭП);
- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-57 и более в случае слабой подачи (ЧРЭП);
- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-44 и менее в случае зависания;

- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-57 и более в случае зависания;
- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-44 и менее в случае слабой подачи или НРК (шквив);
- случайное время проведения реанимации на Карбоне, при Н-57 и более в случае слабой подачи или НРК (шквив);
- случайный результат реанимации с ЧРЭП;
- случайный результат реанимации с УШ;
- случайный результат реанимации с ЧРЭП или УШ и промывкой;
- случайный результат реанимации с промывкой.

Выводы

Исследование основных бизнес-процессов нефтедобывающего предприятия показало, что наиболее актуальным на сегодняшний день является процесс реанимации нефтяных скважин. Реанимация скважин достаточно сложна, зависит от множества факторов случайного характера, поэтому статистическое имитационное моделирование помогло бы лучше понять закономерности данного процесса и стать инструментом, повышающим эффективность процесса принятия управленческих решений за счет предоставления лицу, принимающему решения, наиболее эффективных способов восстановления работоспособности скважин, а значит и процесса реанимации, путем снижения ресурсных и временных затрат.

Литература

1. Положение о ведении технологической работы в цехах добычи нефти и газа в ОАО «Татнефть». СТО ТН 020-2007. Изд. ИЦ ОАО «Татнефть». Альметьевск, 2007. – 204 с.
2. Димов Э.М., Маслов О.Н., Пчеляков С.Н., Скворцов А.Б. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Часть 2. Имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях. Самара: Изд. СНЦ РАН, 2008. – 350 с.

BUSINESS PROCESS «RESUSCITATION» OF OIL WELLS IN TERMS OF SIMULATION TECHNOLOGY

Vildanov N.A., Dimov Ad.M., Salihov M.F., Khalimov R.R.

In this paper we present a study of business process «resuscitation» of oil wells in the interest of simulation, in particular, is shown and described in detail scheme of the process. The basic random factors affecting the process are allocated.

***Keywords:** simulation modeling, simulation model, improving the efficiency of oil production, resuscitating boreholes, rehabilitation of wells efficiency, oil production control.*

Вильданов Нафис Адгамович, ведущий инженер ТО ДНГ НГДУ «Азнакаевскнефть» ОАО «Татнефть». Тел. 8-855-725-32-06.

Димов Эдуард Михайлович, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой «Экономические информационные системы» (ЭИС) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. (8-846) 228-00-36. E-mail: dimov@psati.ru

Салихов Махмуд Фанисович, ведущий инженер ОТТДН ИЦ ОАО «Татнефть». Тел. 8-855-337-11-07. E-mail: salihov_mf@tatneft.ru

Халимов Руслан Радикович, инженер Кафедры ЭИС ПГУТИ. Тел. (8-846) 228-00-36. E-mail: khalimov@bk.ru

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.373.14(075.8)

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМ РАДИО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Карякин В.Л., Карякин Д.В., Фруктовская Е.О.

В статье рассмотрены методы построения и оптимизации цифровых приемопередающих комплексов радио и телевидения на системном уровне с использованием средств визуального моделирования.

Ключевые слова: цифровое телевидение, радиосвязь, радиовещание, оптимизация, визуальное системное моделирование.

Введение

В настоящее время подавляющее большинство систем радиосвязи являются цифровыми. В качестве примеров систем цифровой радиосвязи можно привести сотовую связь, мобильный Internet, беспроводные локальные сети, беспроводные сети городского покрытия. Цифровое радио и телевидение используются в навигации, спутниковом телевизионном и радиовещании, телефонии, специальных задачах [1-3]. В России планируется развертывание наземных сетей цифрового телевидения и радиовещания [1].

Такое широкое применение цифрового радио и телевидения обусловлено несколькими причинами. При организации системы связи или вещания основной задачей является передача требуемого

или максимального количества информации за заданное время с высоким качеством (достоверностью) при минимальных энергетических затратах. Цифровая передача данных позволяет наиболее эффективно осуществить передачу информации с заданной достоверностью. Существенно и то, что большинство современных источников информации являются цифровыми.

В цифровом передатчике и приемнике большинство операций по обработке сигналов сосредоточено в процессоре цифровой обработки сигналов. Таким образом, большинство операций реализовано программно. Благодаря этому достигается более высокая функциональность цифровых систем по сравнению с аналоговыми системами, так как смена выполняемых функций, стандарта принимаемых сигналов, вида модуляции осуществляется путем загрузки нового программного обеспечения или его части.

Задачей данной работы является рассмотрение с единых позиций методов построения и оптимизации связных, радио- и телевизионных вещательных цифровых комплексов на системном уровне с использованием современных инструментальных средств визуального моделирования.