УДК: 004.942

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНТЕРЕСАХ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Г.П. Пуха (Санкт-Петербург)

Как известно, сложные технологические производственные объекты одновременно являются и экономическими субъектами, деятельность которых направлена на получение прибыли и, очевидно, что их функционирование, в первую очередь, характеризуется соответствующими экономическими показателями.

В то же время их экономическая эффективность напрямую зависит от такого фактора как надежность технологического оборудования, наработка на отказ которого не бесконечна. Поэтому руководителям подобных предприятий зачастую приходится решать задачу, связанную с выбором альтернативных вариантов организации технического обслуживания (ТО) оборудования, обеспечивающих минимизацию потерь и необходимую эффективность производственного процесса.

Техническое обслуживание (ТО) производственного оборудования проводится для обеспечения его непрерывного функционирования и представляет собой, по сути, профилактику аварийных отказов машин и механизмов с целью предотвращения продолжительного и дорогостоящего ремонта. Поэтому неспроста эти работы регламентируются соответствующими государственными стандартами [1]. И в этом случае можно вести речь об исследовании влияния вариантов организации ТО на производственные процессы технологических объектов.

Одним из направлений решения подобных задач может служить использование технологий имитационного моделирования (ИМ), которые позволяют не только количественно оценить множество вариантов построения системы, но и найти среди них вариант, который достигает существенно лучших показателей ее функционирования [2]. При этом, очевидно, что решая задачи синтеза - поиска рациональной структуры или режимов работы системы показатели технологической эффективности, требуется увязывать с такими показателями экономической эффективности как расходы, доходы и прибыль.

Примером реализации этого направления исследований могут послужить, например, работы [3-5], где предлагается вариант имитационной модели технологического процесса приема, хранения и отпуска нефтепродуктов, который интерпретирован следующим набором частных элементов системы массового обслуживания (рисунок 1):

− железнодорожная станция, где имитируются операции поступления цистерн с НП различного вида с ожидаемой в соответствии с планом поставок с завода интенсивностью и формирование партии цистерн («поставки») с допустимым в соответствии с заданной емкостью сливной эстакады их количеством;

− железнодорожный участок, отображающий транспортировку этой «поставки» от железнодорожной (ЖД) станции до территории нефтебазы;

− пост (бригада) досмотра цистерн на предмет выявления несанкционированных грузов, посторонних лиц и ВВ, а также наличия товаросопроводительной документации (ТСД);

− сливная эстакада, оборудование которой реализует операции:

1) по передаче «поставке» и ТСД в рабочую зону сливной эстакады, установке противооткатных средств (башмаков) и проверке каждой цистерны на предмет соответствия ТСД;
2) по обеспечению отстаивания (успокоения) НП с последующим проведением измерений объема и качества НП в цистернах операторами нефтебазы;
3) по принятию решения о нештатной ситуации в случае выявления несоответствия качества и количества НП;
4) по выполнению операций, связанных со сборкой схемы слива в резервуарном парке;
5) по сливу НП через соответствующие устройства слива нефтепродуктов (УСН) и их перекачка по трубопроводам с помощью насосов в резервуары, выделенные для хранения;
6) по проверке полноты слива НП, принятие решения по данной нештатной ситуации и завершение полного цикла слива;
7) по досмотру пустых цистерн и освобождение сливной эстакады;

– НП различного вида с ожидаемой в соответствии с планом отпуска потребителям интенсивностью;

– диспетчер НБ, выполняющий операции по оформлению и выдаче диспетчером нефтебазы разрешения водителю на отпуск НП, а также ТСД для выезда за пределы нефтебазы;

– пост досмотра автоцистерн, выполняющий операции по досмотру каждой АЦ на предмет выявления нарушений условий безопасности, их прибытию в рабочую зону системы налива НП, а также по контролю полноты налива соответствующих НП в АЦ, проведению опломбирования;

– система налива НП, выполняющая операции, связанные:
  1) с подключением соответствующих автоматических систем слива (АСН);
  2) с наполнением АЦ необходимым видом НП с помощью насосов из резервуаров хранения;

– автостоянка для автоцистерн (АЦ) для перевозки.

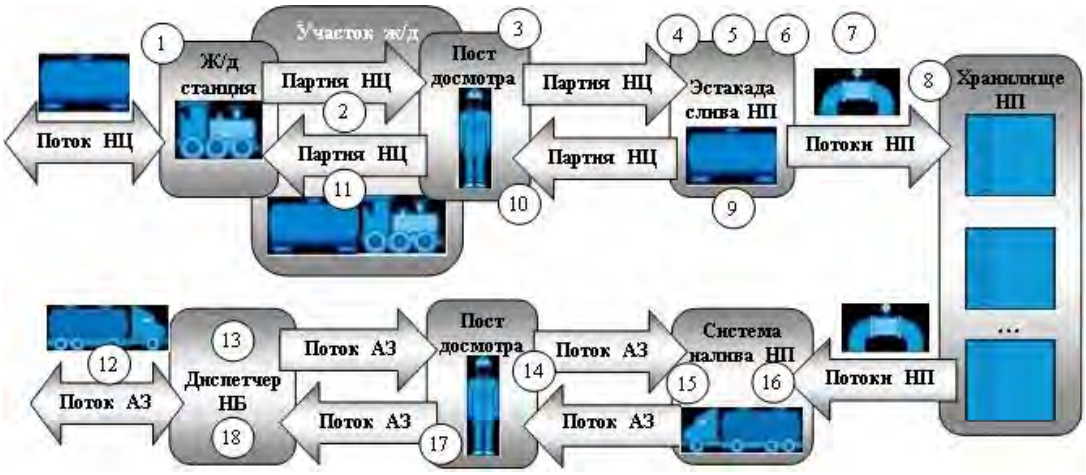


Рис. 1 – Условная схема технологического процесса приема и отпуска нефтепродуктов

Именно с помощью этой «производственной» модели, с соответствующими доработками, можно анализировать влияние возможных отклонений тех или иных

технологических операций от нормально протекающего процесса (а также и вариантов их устранения) на экономические показатели.

Так, например, в соответствии с руководящими и нормативными документами подобных предприятий могут быть проанализированы следующие случаи организации ТО [6]:

− плановый – проведение ежемесячных планово-предупредительных ремонтов (ППР) с остановкой производства на 8 часов и ежегодного капитального ремонта (КР) с остановкой производства на 72 часа;

− внеплановый – по факту выхода из строя оборудования.

При этом предполагаются три возможные схемы реализации обслуживания объектов НБ:

− комплексное обслуживание сторонней сервисной организацией;

− обслуживание собственными силами управления технического обслуживания и ремонтов оборудования (УТОРО);

− смешанная схема обслуживания.

Для сравнительной оценки эффективности различных схем ТО целесообразно ввести и такие факторы как доля работ, которая будет выполняться сторонней сервисной организацией, а также временной (насколько быстрее) и тарифный (насколько дороже) коэффициенты данной услуги.

Реализация подобного проекта, например, в среде GPSS Studio (рисунок 2), позволяет провести серию экспериментов для получения сравнительной количественной оценки такого или иного сочетания параметров организации ТО оборудования НБ и получить вполне обоснованные рекомендации по выбору наиболее рационального варианта, например, с точки зрения наименьших затрат или получения максимальной прибыли (рисунки 3 и 4).

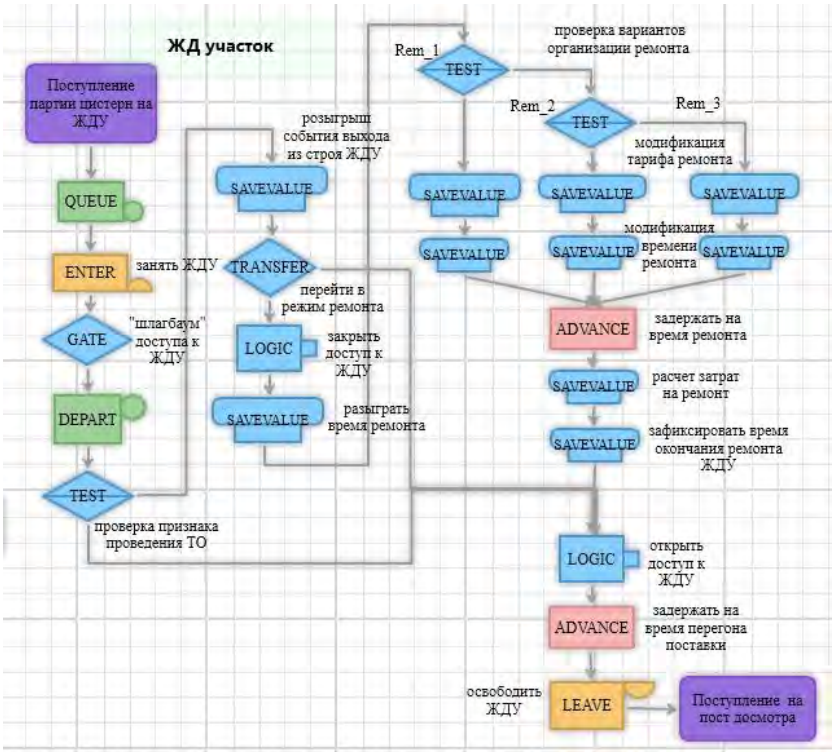
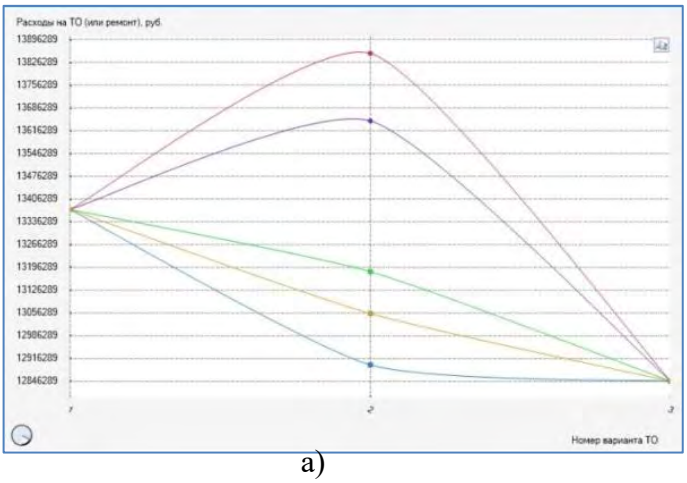
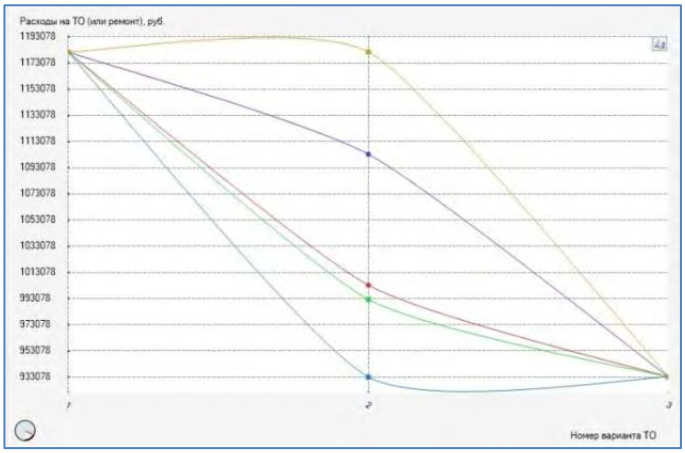


Рис. 2 – Фрагмент алгоритма, реализующего в ИМ модели НБ учет организационных вариантов ТО (вариант)

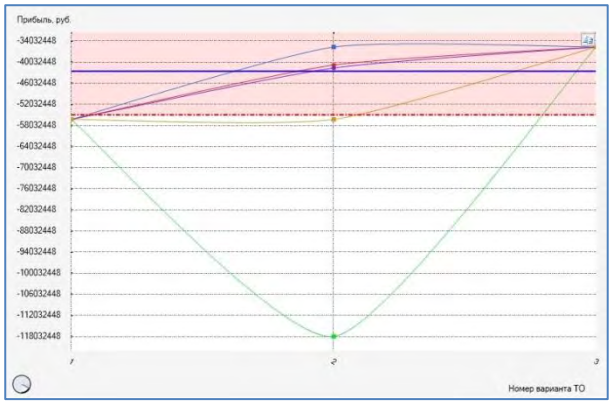


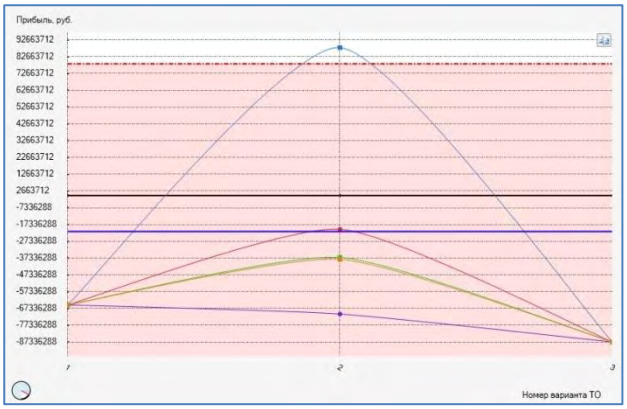
а)



б)

Рис. 3 – Зависимость затрат на текущий ремонт – а) и на плановое ТО – б) от варианта его организации при различных долях аутсорсинга





а) б)

Рис. 4 – Зависимость прибыли от сервиса (услуг) бизнес-процесса приема, хранения и отпуска нефтепродуктов от варианта организации ТО оборудования НБ: текущий ремонт – а) и на плановое ТО – б) при различных долях аутсорсинга

Так, например, с точки зрения затрат (даже в условиях более дорогостоящих сервисных услуг), целесообразно использовать вариант комплексного обслуживания оборудования НБ сторонними организациями (или смешанный вариант с большей

долей их услуг), так как уровень затрат на ремонт по факту выхода оборудования из строя (рисунок 3.а) серьезно превышает таковой на проведение регулярного ТО, которое предотвращает аварийные ситуации (рисунок 3.б).

Таким образом, рассмотренное направление решения задач, связанных с обоснованием рациональных вариантов организации ТО, достаточно убедительно показывает результативность применения метода и технологий имитационного моделирования для исследования сложных организационно-технических систем не только по производственным, но и по экономическим показателям.

Литература

1.[Электронный ресурс] Дата обращения 22.06.2022. Техническое обслуживание производственного оборудования: подходы и организация. https://www.nordwesttool.ru/. Дата обновления 27.03.2022.

2. Имитационные исследования в среде моделирования GPSSSTUDIO: учеб. Пособие / В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов; под общ. ред. В.В. Девяткова. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018. 283 с.

3. **Пуха Г.П., Котомин М.А.** Моделирование процесса производственной деятельности с использованием метода имитационного моделирования // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXIII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН (1–4 апреля 2020 г.). Том 2. Издание ФГБУ «Российской академии ракетных и артиллерийских наук». Москва. 2020. С. 188-196.

4. **Пуха Г.П., Котомин М.А.** Имитационное моделирование процесса деятельности объекта по предназначению с учетом целевых производственных и экономических показателей. // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXIV-ой Всероссийской научно-практической конференции РАРАН (31 марта – 3 апреля 2021 г.). Том 2. М: ФГБУ «РАРАН», 2021. С.322-329.

5. **Пуха Г.П.** Применение имитационного моделирования для оценки экономических показателей производственных процессов. // Экосистема цифровой экономики / Сборник статей. СПб: СПбГЭУ, 2021. С. 85-94.

6. Порядок планирования и проведения технического обслуживания и ремонтов в Организации. / Приложение 1 к Приказу АО «Газпромнефть-Терминал» от 25.07.2018 № 338-П СК-SO.05.06.02 версия 2.0. Новосибирск, 2018. 45 с.

7. [Электронный ресурс] Дата обращения 20.04.2022. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей / Курс лекций МАМИ, https://studfile.net/preview/6302785/page:5/. Дата обновления: 22.05.2021.