

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ

В.В. Девятков, Т.В. Девятков (Казань)

## Введение

Российской экономике нужны перемены. Это обусловлено общей стагнацией экономики, зависимостью от сырьевых отраслей, гипертрофированной зависимостью от экспорта технологий и рядом других причин. Для возврата на траекторию устойчивого развития и инновационного рывка правительством РФ начата реализация 12 национальных проектов по трем направлениям (рис. 1).



Рис. 1 – Структура и объемы финансирования национальных проектов

Национальные проекты являются беспрецедентными по объему инвестиций и количеству секторов экономики, которые они охватывают. Поэтому, исключительно важно провести детальный и всесторонний системный анализ проекта, разработать и обосновать план его реализации, обеспечить непрерывный мониторинг и управление ходом выполнения проекта. Все это поможет не только выполнить поставленные перед проектом задачи, но и рачительно распорядиться средствами, которые выделены на проект.

В классическом понимании под любым проектом понимается совокупность действий (мероприятий, работ), направленных на достижение поставленной цели - создания (или модернизации) сложной системы с заданными характеристиками, в определенные сроки и на ограниченном множестве ресурсов.

Все это в полной мере относится и к национальным проектам. Только системы, на которые направлены национальные проекты, имеют глобальный характер, показатели эффективности (индикаторы) реализации проекта зависят от множества параметров.

Математически национальный проект можно описать в виде множества  $n$  систем из которых состоит (или с которыми связан) проект  $S = \{S^i\}$ , где  $i = 1, n$ . Каждая система имеет множество из  $k$  показателей (индикаторов, критериев), которые характеризует степень успешности его реализации -  $S^i = \{Y_j\}$ , где  $j = 1, k$ . А каждый показатель можно представить в виде некой функциональной зависимости  $Y_j = F_j(t_j, x_1, x_2, \dots, x_m)$ . При этом необходимо добиться оптимальных значений показателей при определенном множестве ограничений  $A = \{a^i_j\}$ .

Таким образом, в самом общем и условном виде, целевая функция эффективности реализации национального проекта представляет собой систему уравнений следующего вида:

$$\left. \begin{array}{l} Y_1 = F_1(t_1, x_1, x_2, \dots, x_m^1) \\ \dots \\ Y_j = F_j^i(t_j^i, x_1, x_2, \dots, x_m^i) \\ \dots \\ Y_n = F_k^n(t_k^n, x_1, x_2, \dots, x_m^n) \end{array} \right\} \rightarrow \min(\max) \quad (1)$$

Системы, входящих в проект, где  $i=1, n$

Показателей (критерии или индикаторы)  $i$ -ой системы, где  $j=1, k^i$

Варьируемые факторы в  $i$ -ой системе, где  $l=1, m^i$

Время функционирования систем в процессе исследования  $0 < t_j < T$

Множество ограничений на ресурсы системы и сроки исполнения -  $A = \{b_j^i < a_j^i < c_j^i\}$

Учитывая огромную размерность проекта и входящих в него систем, нелинейный характер многих функциональных зависимостей, стохастический характер влияния большинства факторов, в том числе и наличие хаотических факторов, получить оптимальное значение (или множество оптимальных значений) целевой функции национального проекта архисложная задача. Классическими математическими методами решение такой задачи возможно только при большом количестве допущений и ограничений, что в свою очередь приводит к значительному снижению точности и адекватности результатов.

Поэтому, наряду с предметным содержанием и функциональным наполнением, ключевым фактором эффективности реализации национальных проектов является использование самых передовых научных методов и программных технологий для их описания, планирования и управления. И имитационное моделирование (далее ИМ) является одним из таких инструментов.

Потенциал применения ИМ в национальных проектах достаточно большой и возможен по нескольким направлениям.

Во-первых, системный анализ организации проекта и управление его исполнением - планирование структуры, ресурсов, сроков реализации самого проекта и множества составляющих его программ. И далее, управление проектом или его частями в процессе всего жизненного цикла на основе результатов мониторинга хода исполнения.

Во-вторых, прогнозный анализ процессов создания, функционирования и модернизации отдельных сложных систем, которых в каждом проекте большое количество и они разного уровня - отрасли, предприятия, бизнес-процессы, технологические процессы, социальные системы, транспортная инфраструктура, сервис, обслуживание и др.

### 1. Системный анализ для коорректировки плана проекта

Общими для всех национальных проектов являются задачи связанные с системным анализом проблемы, определением множества целевых показателей  $Y$  и множества факторов  $X$  на их влияющих, построением оптимального плана и оперативным управлением процессами исполнения проекта. Правительством используются различные организационные схемы реализации национальных проектов, чаще всего это происходит через федеральные целевые программы (ФЦП). Например, территориальная схема - «ФЦП - Субъекты - Муниципалитеты - Системы», отраслевая схема - «ФЦП - Министерства - Отрасли - Предприятия - Системы» и ряд других. При любой организационной схеме основным адресатом проектов являются системы их составляющие. Вне зависимости от схемы реализации национальные проекты - это масштабные, большой размерности и многопараметрические системы: включающие в себя тысячи разветвленных, вложенных и синхронизированных по срокам и результатам процессов; имеющие различные альтернативы и стратегии планирования, реализации и управления; использующие при этом множество разнотипных ресурсов. Но все они направлены на достижение общих целевых показателей.

Как видно из опубликованных на данный момент нормативных материалов, доступных научных статей и презентаций (например, [1], [2], [3], [4]), основными методами системного

анализа национальных проектов являются статистическая обработка имеющихся данных, макроэкономические модели и прогнозные экспертные оценки, а для планирования и управления проектами в основном используется метод сетевого планирования. К сожалению, в настоящее время в системном анализе национальных проектов не используется метод ИМ. Хотя казалось бы, что прогнозный стохастический расчет проекта с учетом наличия множества варьируемых и хаотических факторов при соблюдении ряда ограничений, просто необходим. И лучшим прикладным инструментом для этого является ИМ.

Проведение системного анализа с применением ИМ позволяет проверить различные альтернативные варианты построения и реализации проекта, вплоть до исключения из него избыточных звеньев, найти наиболее рациональные пути достижения цели и т.д. Ведь всегда предпочтительней пробы и ошибки совершать на модели, а не подвергать возможной опасности или вводить ее в хаос реальную систему. Понятно, что сейчас все проекты уже сформулированы и началась их реализация. И казалось бы, что уже поздно вмешиваться. Но предстоит почти пять лет реализации проекта и всегда лучше обнаружить и исправить ошибку или найти более оптимальное решение, чем много лет не эффективно расходовать государственные средства.

Не смотря на отсутствие практического запроса со стороны правительства рядом ученых были проведены инициативные работы в этом направлении.

В этом плане интересна работа, проводимая под руководством проф. Кобелева Н.Б. и предложенная министерству здравоохранения РФ для системного анализа и осуществления корректировки национального проекта «Здравоохранение» - Имитационная модель общего управления национальным проектом «Здравоохранение», созданная по методике изложенной в [5]. На данный момент проведен первичный системный анализ общедоступных исходных данных о текущем состоянии российской медицины. В результате анализа определены основные приоритеты вложения средств проекта, связанные с заболеваниями несущими наибольшую смертность (и они отличаются от действующего проекта). Предложены организационные схемы реализации национального проекта «Здравоохранение» в соответствии с данными приоритетами. Также разработаны несколько макетов имитационных моделей и на них проведено первоначальное исследование, которое показало значительный потенциал предложенных изменений.

К сожалению на данный момент эти результаты пока не были использованы кураторами проекта «Здравоохранение» в первый год его реализации, несмотря на неоднократные официальные обращения авторов. Понять министерство можно. План реализации проекта давно сверстан, приоритеты проекта намечены, финансовые средства в укрупненном виде распределены. Что-то кардинально переделывать, анализировать и особенно признавать свои ошибки некому не хочется. Да и процедуры согласования и принятия изменений в проект слишком сложны и длительны. Но когда речь идет о нерациональном расходовании миллиардов государственных средств важен любой шанс исправить эту ситуацию. Пример структурной схемы (с согласия Кобелева Н.Б.) одной из построенных имитационных моделей в самом общем виде показан на рис. 2.

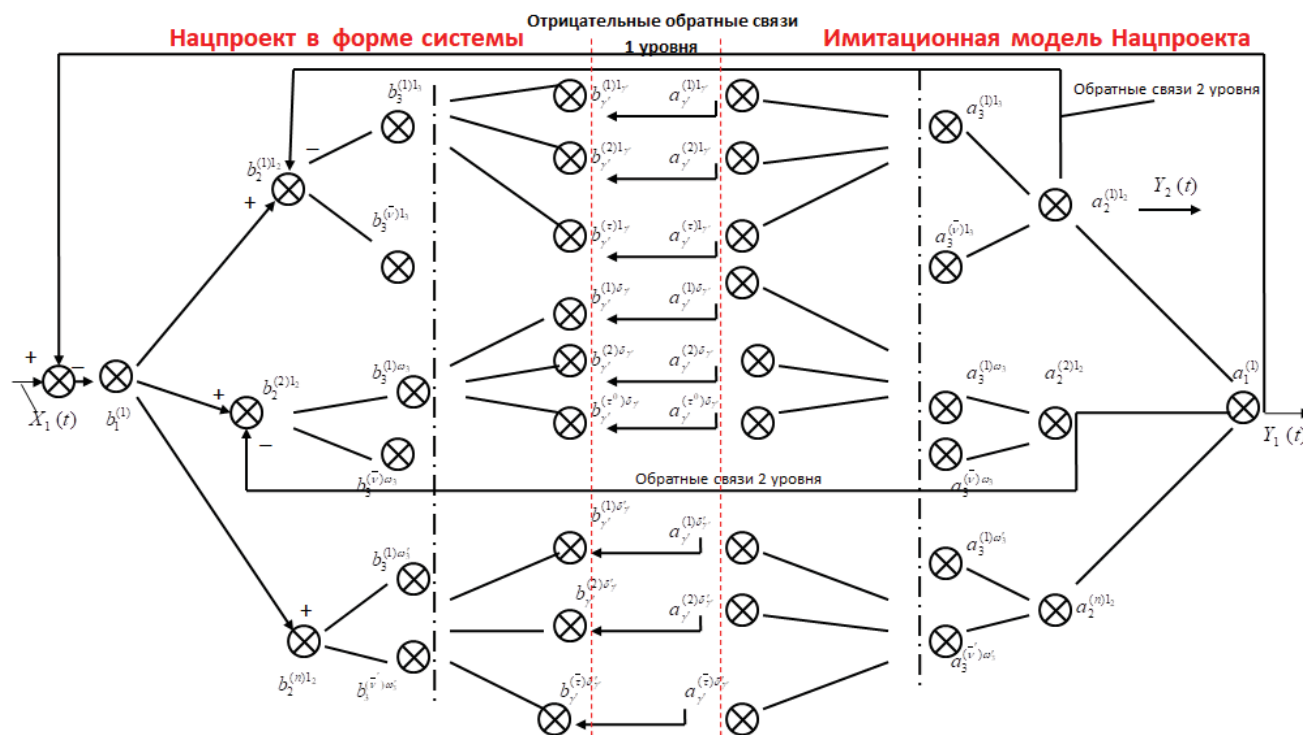


Рис. 2 – Процесс системного анализа и синтеза имитационной модели для управления национальным проектом с учетом отрицательной обратной связи.

Конечно лучше было бы с самого начала использовать ИМ, но до завершения проекта в 2024 года много еще можно успеть и мы уверены, что здравый смысл и государственный интерес возобладают над осторожностью, а возможно и некомпетентностью отдельных чиновников.

Аналогичный системный подход может быть применен для любого из других 11 национальных проектов и это позволит произвести научно обоснованную коррекцию их содержательной и организационной части по итогам исполнения 2019 года. В результате модельной коррекции, значения важнейших показателей проектов могут быть существенно улучшены, а пути их достижения конкретизированы и обоснованы. Высвободившиеся средства в результате оптимизации проектов (экономия даже 1% бюджета, дает более ста миллиардов рублей), могут быть направлены на решение более широкого круга задач или углубленного решения уже обозначенных проблем.

## 2. Управление проектом

Целью системного анализа с последующим имитационным исследованием является проработка структуры национального проекта с детализацией направлений и задач, со сроками исполнения работ, видами и объемами необходимых для этого ресурсов, алгоритмами их распределения между участниками и работами, стохастическими и хаотическими факторами влияющими на исполнение процесса, показателями оценки результатов исполнения и т.д. В результате, в дополнение к хорошо знакомым всем сетевому графику проекта [6] и различным планам в табличном виде, у аналитика появится новый инструмент - имитационная модель. Она позволит не только количественно оценить тот или иной вариант реализации проекта и выбрать среди них оптимальный, но позволит также управлять ходом исполнения проекта.

Как правило, классический сетевой график строится с использованием специализированных программных продуктов. В зависимости от сложности проекта могут быть использованы системы управления проектом различной мощности. Например, такие как - ProjectManagerWorkbench, MicrosoftProject, OrganizerLotus. В любом случае наличие сетевого графика служит отличной исходной базой данных для построения имитационной модели проекта.

Поэтому процесс создания программного приложения управления проектом на основе имитационной модели должен начинаться с возможности автоматического импорта сетевого графика или его автоматизированного построения и дальнейшей работы с этим графиком для вариации данных модели и анализа результатов исследования (рис. 3).

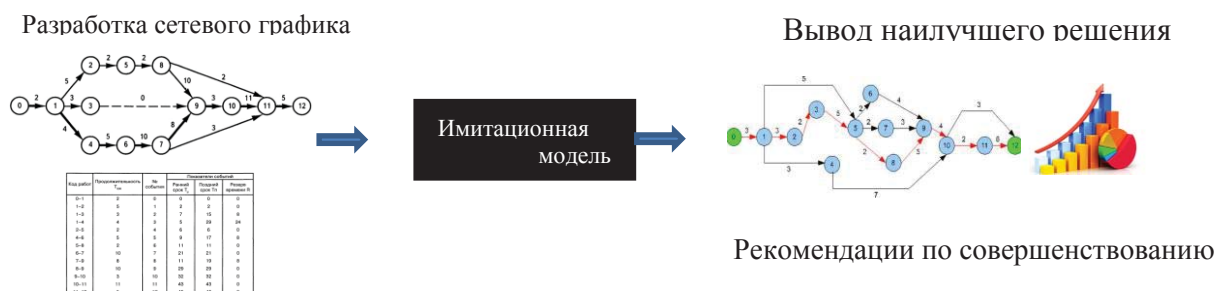


Рис. 3 – Визуализация ввода данных и вывода результатов через сетевой график.

Но все зависит от используемой среды моделирования, наличия в ней импорта исходных данных в модель из сетевого графика и экспорта результатов расчета проведенных на модели обратно в сетевой график. Чаще всего таких возможностей нет. Поэтому разработчикам имитационных приложений для задач планирования и управления проектами необходимо на основе имеющихся средств разработки добавить свой интерфейс, который должен быть максимально приближен к терминологии и формам представлений сетевого планирования. В будущем такой, ориентированный на работу с сетевыми графиками, интерфейс должен появиться уже как стандартная возможность среды моделирования и будет интегрирован с наиболее популярными инструментами сетевого планирования. Использование в модели для визуализации вариантов проекта и хода его исполнения сетевого графика станет привычной, достаточно информативной и понятной формой представления проекта для руководителей и системных аналитиков. А модель выполнит роль «цифрового двойника» проекта. И далее будет возможным осуществлять многократный перерасчет проекта при устранении «узких мест», введении изменений или при необходимости оценки принятия того или иного управленческого решения.

В процессе реализации любого проекта всегда возникают ситуации, когда перед принятием решения требуются оперативный и научно-обоснованный ответ на множество вопросов типа «А что будет, если .....?», например:

- Изменить конфигурацию проекта (перечень и порядок выполнения работ, их объемы, исполнителей и т.д.)?
- Пересмотреть и перераспределить объемы или сроки финансирования?
- Сократить контрольные сроки исполнения отдельных работ и этапов?
- Учесть влияние дополнительных факторов на реализацию проекта?
- Повысить уровень некоторых контрольных показателей (индикаторов) проекта?
- И т.д.

Пример представления модели в виде простейшего сетевого графика в созданной нами среде моделирования GPSSStudio [7], приведен на рис. 4.

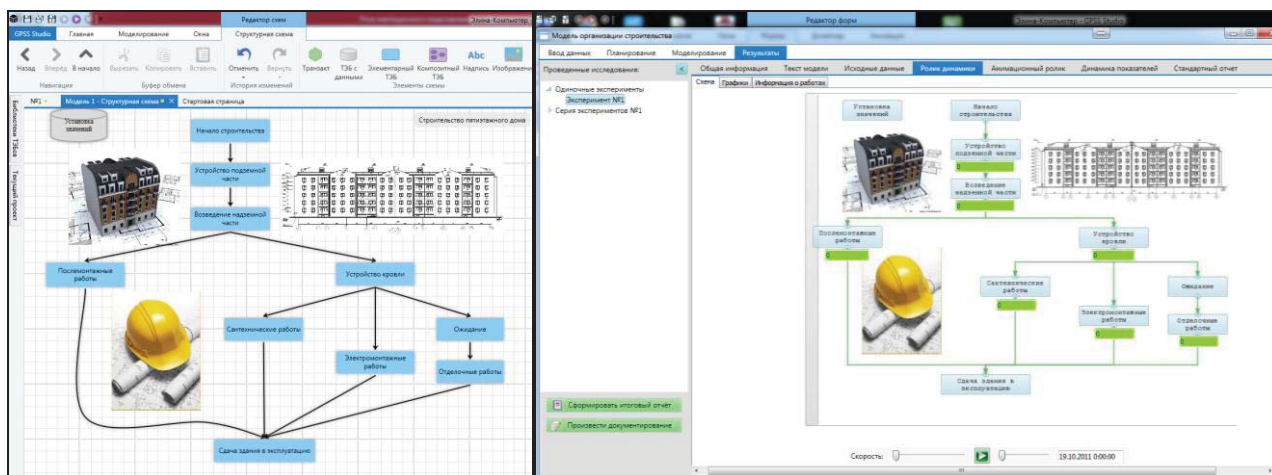


Рис. 4 – Пример интерфейса в виде элементов сетевого графика в среде моделирования GPSS Studio

Таким образом, пусть и на очень простом примере, видно, что в рамках уже существующего инструментария моделирования можно достаточно успешно описывать в визуальном виде, близком к сетевому графику, ввод данных и представление результатов моделирования. Далее, на каждом шаге реализации проекта при принятии управленческих решений можно обращаться в модели и проверять эффективность этого решения.

### 3. Анализ и синтез наиболее критичных систем внутри национальных проектов

Реализация любого мероприятия в рамках реализации национального проекта обычно затрагивает не одну а несколько реальных систем, которые уже окружают или которые будут созданы в процессе реализации проекта. Все существующие и вновь создаваемые системы проекта, для достижения общей цели национального проекта, должны работать на максимуме своей эффективности.

Это могут быть организационно-технические, логистические, транспортные, социальные, информационные, военные и множество других типов систем. Одни системы достаточно простые и могут быть оценены простейшими методами и даже вручную. Большая часть этих систем достаточно сложна по функционалу, структуре, связям между элементами и размерности. Для исследования этих систем нужны мощные программные инструменты среди которых наиболее предпочтительно использовать ИМ. Количество таких систем при реализации национальных проектов многие десятки тысяч. Только в национальном проекте «Производительность труда и занятость» будет участвовать десять тысяч предприятий. А на большинстве этих предприятий требует исследования не одна, а несколько систем. Отдельно рассматриваемые системы более просты, конкретны и понятны для профессионального исследователя, владеющего методами ИМ.

В таблице 1 приведены примеры типов систем и задач исследования, которые неизбежно присутствуют при реализации национальных проектов. Это далеко не все критичные системы и задачи, а только небольшое количество примеров из многих десятков тысяч систем, связанных с национальными проектами и требующие детального и многостороннего исследования. Но даже это перечисление показывает, что для анализа всех этих систем необходим огромный объем имитационных исследований.

Таблица 1

Национальный проект	Примеры систем и задач в проекте, требующие исследования
Здравоохранение	Анализ логистики обеспечения лекарственными средствами регионов. Размещение центров высокотехнологической медицины. Организация работы поликлиник и больниц. Оптимизация функционирования скорой помощи. Создание эффективной системы сервисного обслуживания и ремонта медицинской техники.
Образование	Оценка конфигураций вычислительных сетей университетов. Анализ логистики и транспортных схем новых объектов образования. Исследование организации проведения ЕГЭ. Анализ расписаний учебного процесса. Разработка тренажерных систем для различных сфер образования с использованием метода ИМ.
Демография	Оптимальное размещение социально-культурных и образовательных объектов с учетом демографических процессов. Влияние уровня рождаемости на планы развития территориально-производственных схем развития территорий.
Культура	Разработка систем организации посещений театров, музеев, библиотек и других объектов культуры. Рациональное размещение объектов культуры в крупных городах и в стране в целом. Исследование и разработка схем эвакуации в местах массового посещения граждан.
Безопасные и качественные автомобильные дороги	Анализ пропускной способности новых транспортных объектов, развязок и участков дорог. Комплексная оценка сети автомобильных дорог. Исследование необходимого уровня мультимодальности грузовых и пассажирских перевозок. Организация оптимальной работы региональных, федеральных транспортных коридоров.
Жилье и городская среда	Оценка уровня транспортной доступности микрорайонов. Оптимизация парковочного пространства. Совершенствование транспортных схем городов. Анализ функционирования существующих и новых маршрутов общественного транспорта.
Экология	Выбор оптимальных маршрутов и количества транспортных средств при вывозе отходов в крупных городах. Анализ организационных и эвакуационных мероприятий в моменты чрезвычайных ситуаций и экологических бедствий.
Наука	Создание экспертных систем, базирующихся на имитационных моделях, в различных научных направлениях.
Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы	Анализ достаточности уровня распределения направлений малого и среднего бизнеса в регионе и в стране. Оценка степени влияния различных мер поддержки бизнеса на ВРП и ВВП. Разработка библиотек типовых моделей эффективности функционирования различных бизнес-моделей для массового использования.
Цифровая экономика	Построение цифрового двойника для прогнозирования работы систем. Поиск оптимальных конфигураций вычислительных систем. Анализ алгоритмов работы автоматизированных систем. Исследование структуры организации роботехнических систем. Имитационное управление техническими, экономическими и другими процессами.

Производительность труда и поддержка занятости	Анализ выполнимости производственных заданий предприятием, цехом, участком. Оценка достаточности производственных мощностей. Исследование эффективности технологических процессов. Выбор конфигурации и настроек автоматических линий. Оценка размещения производственного оборудования в цех. Анализ внутренней логистики предприятия. Оптимизация работы склада. Выбор наилучших логистических цепочек поставки сырья, материалов и продажи продукции.
Международная кооперация и экспорт	Организация работы международных транспортных коридоров. Транспортная логистика экспорта. Исследование кооперационных связей предприятий. Размещение логистических центров в регионе и в стране.

Все эти системы необходимо исследовать на предмет возможности существования в запланированном проекте виде и поиска наиболее эффективного режима их функционирования. Для каждой системы критерии эффективности будут индивидуальны. Но методический подход к исследованию будет один и тот же. По сути все, что мы уже умеем и делаем сейчас и является базой для проведения данных работ. В настоящий момент работы по имитационному исследованию проводятся выборочно, практически по случайному принципу – каждый находит такие работы в свободном поиске на рынке спроса. Национальные проекты позволят существенно расширить этот рынок, если все мы вместе сумеем «внедриться» в проекты. Именно этим процессам мог бы помочь закон об имитационной экспертизе, который мы уже много лет обсуждаем, правда только в период проведения ИММОД.

#### 4. ИМ в национальном проекте «Производительность труда и поддержка занятости»

Одним из наиболее очевидных и понятных для применения ИМ является национальный проект «Производительность труда и занятость». Более подробно с ним можно ознакомиться на сайте проекта [4]. Сам национальный проект состоит из трех ФЦП – «Системная поддержка», «Адресная помощь» и «Поддержка занятости». Для выполнения ФЦП «Адресная поддержка» создано АНО «Федеральный центр компетенций (далее АНО ФЦК) в сфере производительности труда». АНО ФЦК должен до 2024 года заключить договора и повысить производительность на отдельных выбранных участках (материальных потоках) 10 000 средних и крупных предприятий не сырьевых отраслей экономики РФ. Причем рост производительности за три года должен составить 30% (соответственно по годам, 10%, 5%, 15%). Под это в центре разработаны десятки аналитических методик (без использования моделирования). Для реализации проекта по всей стране создаются региональные центры ФЦК. В результате выполнения договоров (бесплатных для предприятий) кроме повышения производительности труда готовятся еще бизнес-тренеры, для дальнейшего обучения персонала и изменения других существующих и вновь создаваемых материальных потоков на предприятии. Предприятия, получившие адресную поддержку могут рассчитывать на льготные кредиты (под 1%) на суммы от 50 до 300 миллионов рублей через ФЦП «Системная поддержка» и произвести переобучение сотрудников через ФЦП «Поддержка занятости». Общая структура проекта показана рис. 5 (взята из презентации проекта Министерством экономического развития РФ).





Рис. 5 – Структура национального проекта «Производительность труда и занятость».

Массовое применение ИМ возможно в рамках ФЦП «Адресная поддержка». Согласно условиям договора с участником проекта при анализе функционирования предприятия и выработке предложений по повышению производительности используется ряд методик, которые приняты за своеобразный стандарт в рамках проекта. Все методики простейшие и не предполагают разработку имитационных моделей. В самом общем виде методики можно описать следующим образом: выбирается наиболее проблемный процесс (с точки зрения производительности) на предприятии; процесс количественно измеряется (чаще всего вручную); рисуется его пространственно-временная картограмма (с учетом запасов, оборудования, персонала и т.д.); далее в результате анализа выделяются «узкие места» процесса; и как результат даются рекомендации по изменению процесса, замене оборудования, обучению персонала и т.д. Графически данный подход очень наглядно представлен на одном из слайдов презентации проекта Министерством экономического развития РФ (рис. 6).

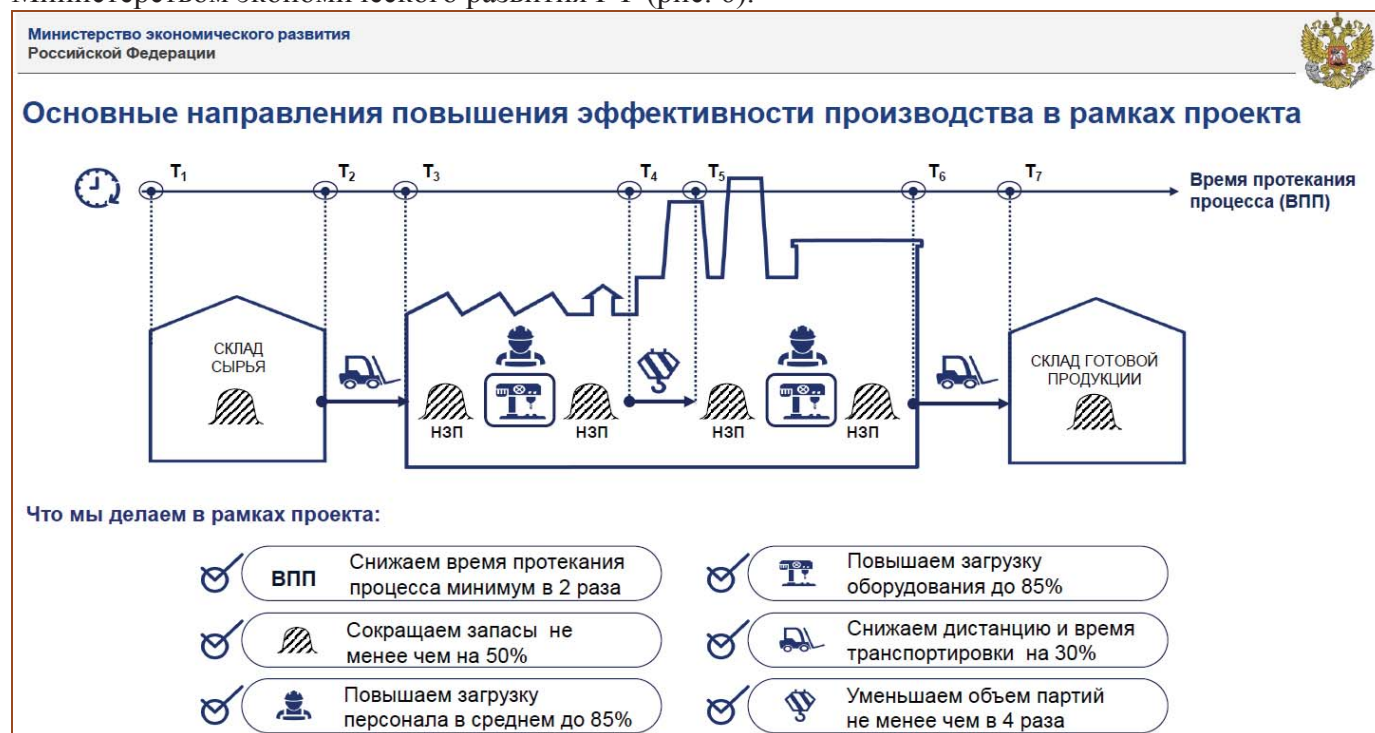


Рис. 6 – Общая схема системного анализа процессов на предприятиях участниках национального проекта.

Надо отдать должное авторам проекта, эти «грубые» меры дадут достаточно высокий эффект, так как на многих предприятиях до сих пор используются устаревшие технологии, организация труда отстала от мировых стандартов и чаще всего управление ими осуществляется ручными и волонтеристскими методами. Но это лишь даст первоначальный эффект без перспектив постоянного роста производительности труда. Поэтому далее наступит следующий этап - поиск неоднозначных и альтернативных решений, оптимизации и он практически совпадает с задачами ИМ. А предыдущий этап послужит отличными исходным базисом для моделирования.

Мы уже на практике столкнулись с ситуацией созревания на предприятии идеи о необходимости проведения этапа оптимизации их производственной системы с использованием ИМ. К нам обратилось предприятие, которое уже является участником программы ФЦП «Адресная защита». Это достаточно современное и передовое предприятие, которое можно отнести к категории среднего бизнеса. Получив знания при работе с небольшим участком предприятия по методикам АНО ФЦК, они поняли, что на предприятии таких потоков множество и их необходимо исследовать комплексно. Один процесс тянет за собой другой процесс. А освоенные методики помогают лишь частично. Наш приезд показал им, что существуют другие широко применяемые научно-практические методы, которые могут найти наилучшее комплексное решение для всей системы.

Нами, в рамках новых возможностей среды моделирования GPSSStudio, была предложена методика расчета проблемы повышения производительности труда на всем предприятии с использованием метода ИМ. Во-первых, в рамках редактора структурных схем осуществляется детализация проекта, создается его онтологическая модель (цель, задачи, структура, связи, факторы и показатели). Во-вторых, осуществляется создание и отладка непосредственно имитационной модели посредством задания массивов исходных данных, параметров и конструирование имитационного приложения. В-третьих, проводится имитационное исследование проекта с использованием на конечной стадии оптимизатора IOSO [8], который интегрирован в среду моделирования.

На рис. 7 эта методика приведена в самом общем виде.

### Постановка задачи, целевая функция производительности труда

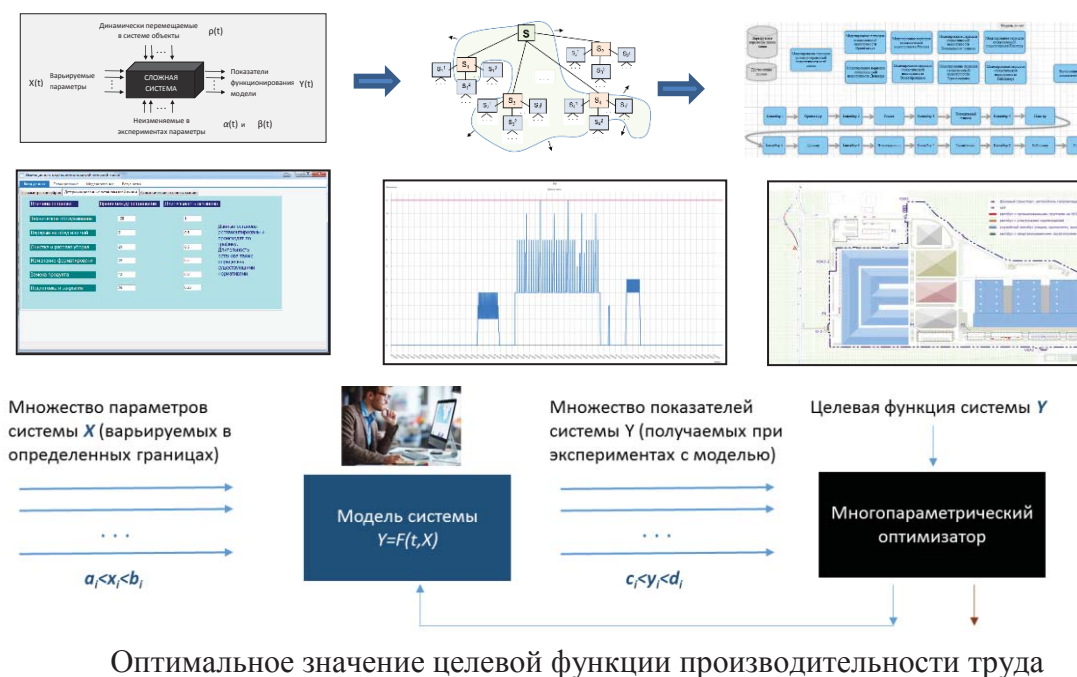


Рис. 7 – Анализ проблемы повышения производительности труда с использованием среды моделирования GPSSStudio

Необходимо отметить, что картограммы процессов, получаемые по методикам АНО ФКЦ, можно идеально переложить в структурную схему GPSSStudio. А выполненные замеры процессов и расчеты послужат достоверным базисом исходных данных модели. Благодаря работам, проведенным АНО ФКЦ модели этих процессов можно строить достаточно быстро и больше времени уделить другим процессам. Необходимо отметить, что подготовлена благодатная почва к внедрению ИМ на этих предприятиях в виде обученных сотрудников и это позволяет руководству быстрее понять и принять необходимость проведения имитационных исследований.

### **Заключение**

На основе проведенного анализа проблем, которые неминуемо возникли на первоначальной стадии реализации национальных проектов в России, понимания истинных возможностей ИМ и необходимости оптимизации проектов можно сделать следующие выводы:

ИМ обязательно должно быть востребовано при системной корректировке проектов по результатам 2019 и последующих годов реализации, построении усовершенствованной и объективной системы управления проектами и детальном системном анализе наиболее критичных систем, входящих в тот или иной проект.

Не стоит ожидать инициативы от правительства или созданных для реализации проектов организаций по использованию ИМ. Необходимо нам всем (профессионалам ИМ) широким фронтом показывать, доказывать и обосновывать необходимость применения ИМ. В частности, сформулировать от имени НП НОИМ предложение о проведения обсуждения в правительстве необходимости решения проблемы использования метода ИМ в национальных проектах.

Пример детального анализа национального проекта «Производительность труда и занятость» показывает, что начало реализации проектов открывает перед всеми нами окно возможностей по массовому внедрению методов ИМ в российскую экономику, сейчас и на долгое время. И этим шансом не только можно а и необходимо воспользоваться.

### **Литература**

1. Презентация национального проекта «Здравоохранение». - [электронный ресурс]. – Режим доступа. - <http://www.roszdravnadzor.ru/i/upload/images/2018/7/25/1532512237.26174-1-15781.pdf> (дата обращения - 09.09.2019 г.)
2. Паспорт национального проекта «Образование». - [электронный ресурс]. – Режим доступа. - <http://static.government.ru/media/files/UuG1ErcOWtjfOFCsqdLsLxC8oPFDkmBB.pdf> (дата обращения - 09.09.2019 г.)
3. Информационные материалы о национальном проекте «Демография». - [электронный ресурс]. – Режим доступа. - <http://static.government.ru/media/files/wPb9oC2EGat0agNjaVYWKkO8MkAUN3rV.pdf> (дата обращения - 09.09.2019 г.)
4. Официальный сайт национального проекта «Производительность труда и занятость». - [электронный ресурс]. – Режим доступа. - <http://xn--b1aedfedwqdbfnzkf0oe.xn--p1ai/ru/> (дата обращения - 09.09.2019 г.)
5. «Рекомендации по методологии ситуационно-имитационной экспертизы управленческих решений в системе распределенных ситуационных центров органов государственной власти» / Н.И. Ильин, Н.Б. Кобелев, В.В. Девятков, А.М. Плотников; под ред. Н.И. Ильина. - М.: Курс, 2018. – 176 стр.
6. Тихомирова О.Г. Управление проектом: комплексный подход и системный анализ/ Монография. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 301 с.
7. 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.
8. Официальный сайт технологии оптимизации IOSO. - [электронный ресурс]. – Режим доступа. - <http://www.iosotech.com/ru/optimization.htm> (дата обращения - 09.09.2019 г.)