

ИМИТАЦИОННАЯ ЭКСПЕРТИЗА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С.А. Власов (Москва), В.В. Девятков, М.М. Назмеев (Казань)

Введение

Имитационные исследования находят все большее применение во многих сферах [1], [2], [3]. Можно весь спектр различных применений разделить на три больших группы. Во-первых, это создание и использование учебных моделей, во-вторых, проведение научных исследований с применением моделей, а в-третьих, разработка и использование моделей для практических исследований.

Сейчас в нашей стране преобладают учебные и научные модели. Их создается очень большое количество. По нашим оценкам, сейчас количество ежегодно разрабатываемых в стране учебных моделей насчитывается несколько тысяч, а научных – сотни.

Но постепенно повышается потребность в практических исследованиях – увеличивается число заказных исследований. Пока больших практических моделей в России создается совсем мало: приблизительно несколько десятков моделей в год. В данной статье мы будем рассматривать именно малочисленную группу применений – модели, предназначенные для системного анализа реальных систем в экономике. Отметим, что эти модели чрезвычайно важны для прогресса нашей экономики, так как имеют огромный потенциал расширения.

Выполняются практические имитационные исследования на коммерческой основе в пользу предприятия (или государства), заказавшего это исследование. Основным отличием практических исследований является то, что цель, задачи и исходные данные определяет Заказчик. Сейчас, при создании практических моделей, как правило, весь цикл имитационных исследований проводит профессионал в области имитационного моделирования (ИМ). Заказчик принимает результаты. В случае, если реальные исходные данные конфиденциальны, то Заказчик сам проводит исследования на готовой модели. Любое практическое исследование заканчивается выработкой рекомендаций или предложений.

Как уже говорилось, количество практических применений ИМ в нашей стране лишь десятки за один год. И это на такую большую страну! По нашему мнению, на каждом предприятии должна быть модель (возможно, не одна) для оценки решений при проектировании, уменьшения издержек производства, повышения производительности труда, анализа последствий модернизации и т.д.

Перед профессиональным сообществом ИМ сейчас стоит задача радикального увеличения количества практических применений. Образно говоря, необходимо превратить неустойчивый «перевернутый треугольник применений» в фигуру с устойчивым фундаментом – «прямоугольник применений» (рис. 1).

Вполне возможно настанет момент, когда каждый новый крупный производственный, инфраструктурный или другой значимый проект будет предварительно подвергаться обязательной проверке на имитационных моделях. А это, учитывая количество организаций и предприятий в нашей стране, уже многие и многие тысячи моделей. Особенно должно повлиять на количество имитационных исследований вступление России в ВТО, что начинает происходить уже сейчас, судя по реально возросшему спросу на имитационные исследования.

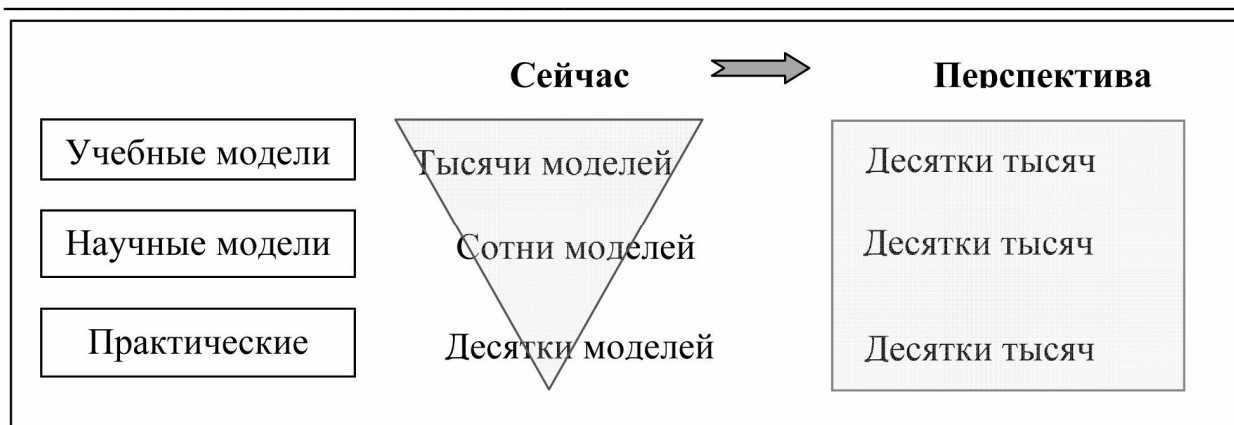


Рис. 1. Оценка и прогноз применений

Столь существенное увеличение числа практических применений возможно только в случае, когда разработка имитационных приложений станет доступна не только профессионалам ИМ, но и широкому кругу аналитиков предприятий. Это постепенно становится реальностью, так как появляются новые технологии создания имитационных приложений. Например, технология массовой разработки имитационных приложений, реализованная в расширенном редакторе GPSS World.

Имитационная экспертиза

Рассмотрим процесс, давно возникший в практических имитационных исследованиях, но не получивший пока однозначного терминологического толкования. Это цикл работ по профессиональной оценке систем с использованием ИМ. Мы будем называть этот процесс «**имитационной экспертизой**» [4].

Любое проектирование и модернизация систем (транспортных, промышленных предприятий, вычислительных и др.) должны предваряться имитационной экспертизой. В масштабах страны это позволит сэкономить миллиарды рублей, увеличив степень достоверности прогноза развития предприятий и всей экономики в целом. А наличие такого прогноза как в составных частях, так и в государстве в целом может обеспечить национальную безопасность наряду с энергетикой, обороной и др.

Дадим определение имитационной экспертизы.

Имитационная экспертиза – это проведение имитационного исследования систем, в соответствии с одной, из апробированных и рекомендованных законом (или другим регламентным документом) технологий имитационных исследований, с получением практических выводов и методических рекомендаций по вопросам целесообразности существования, построения, функционирования или модернизации системы.

Удачный опыт внедрения имитационных экспертиз уже был получен в ряде государственных структур, например, в Министерстве транспорта. Об имитационной экспертизе задумались и в ряде крупных корпораций, например, в ОАО РЖД. Но это лишь исключение из общего правила. Пока имитационная экспертиза не регламентирована ни в одном из регионов России, ни на федеральном уровне.

На основе практического опыта авторов можно разделить имитационную экспертизу по времени проведения исследования на две большие группы: экспресс-экспертизу и детальную имитационную экспертизу (рис. 2).

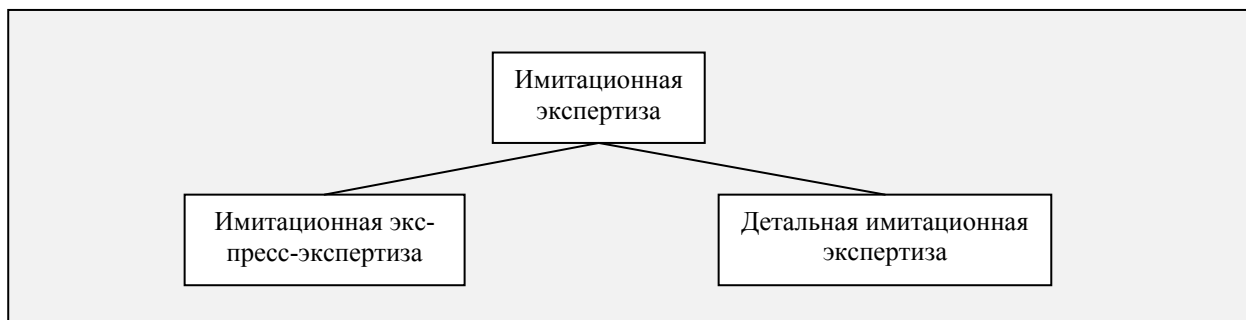


Рис. 1.2. Классификация имитационных экспертиз

Данная классификация определяется реалиями современного мира – динамикой развития систем и скоростью принятия решений. Сегодня требуется, с одной стороны, исследование все более и более сложных систем, а с другой стороны, получение результатов как можно быстрее. Если еще вчера можно было потратить на исследование месяцы и даже годы, то сейчас для этого отводится существенно меньшее время.

Развитие методов и технологий имитационных исследований все больше приближает их к инженерным методам по возможности использования, удобству применения и по оперативности получения результатов. И это позволяет расширить круг потенциальных пользователей ИМ за счет упрощения квалификационных требований к исследователю. Например, сейчас в большинстве случаев исследователь не программирует, ему в меньшем объеме нужны знания по статистике и планированию экспериментов и т.д. Несмотря на это, исследователь сможет самостоятельно и быстро построить модель и провести имитационное исследование.

Выделим два уровня принятия решений при имитационном исследовании систем:

решения, для принятия которых исследование можно провести достаточно быстро (это одна или несколько недель). Иначе данные решения будут уже не актуальны и не нужны. Будем называть этот уровень оперативным (укрупненным). Одним из методов получения оперативных решений является имитационная экспресс-экспертиза;

решения, для принятия которых требуется более глубокое и детальное исследование (в течение одного или нескольких месяцев). Будем называть этот уровень детальным. Такие исследования требуют детальной имитационной экспертизы.

На *оперативном уровне* необходимо получить результаты имитационной экспертизы очень быстро. При этом требуются не все детали и нюансы работы системы, а лишь направление или тенденция влияния тех или иных факторов на общие показатели работы системы. Раньше технологии имитационных исследований не позволяли проводить такого рода работы. Для этого требовалось существенно больше времени. Сейчас появились и успешно применяются такие технологии, при которых система в процессе такого исследования существенно упрощается, исходные данные чаще всего носят экспертный характер, что приводит к понижению адекватности модели, а точность результатов позволяет судить лишь о тенденциях функционирования системы, о порядке значений количественных показателей.

Такого рода экспертизы необходимы в жизненном цикле большинства существующих систем: *замысел – создание – работа – модернизация – ликвидация*. Следует сказать, что в будущем число имитационных экспресс-экспертиз будет увеличиваться.

В качестве примеров областей применения экспресс – экспертизы можно привести следующие случаи:

Пленарные доклады

при необходимости быстрого анализа ситуации, для принятия концептуального решения о включении создания системы в план развития или заключении договора на ее разработку;

на этапе зарождения системы, при разработке концепций, написании технического задания, определении структурных и технических характеристик, обосновании количественной оценки размерности системы, сложности и стоимости работ и т.д.;

в процессе проведения детального исследования, при анализе какой-то части системы, например, для определения принципов функционирования этой части, характеристик работы (если нет прототипов) и т.д.;

для принятия решения о модернизации действующей системы. Быстрый анализ отдельных показателей, выявление тенденций ухудшения параметров, количественное доказательство необходимости изменений;

обоснование ликвидации системы. Количественный анализ последствий дальнейшей эксплуатации.

На *детальном уровне* необходимо углубленное исследование и обеспечение максимальной точности и достоверности результатов. Этот процесс более длительный, хотя и на него накладываются все более жесткие временные ограничения. На данный момент сложилась такая ситуация, что заказчик детального исследования может ждать от нескольких месяцев до года. Причем количество заказов на исследования подобного типа напрямую зависит от сроков их реализации. Чем быстрее реализация, тем больше реальных заказов. Существует множество вариантов проведения детальной имитационной экспертизы. Приведем примеры использования подобных экспертиз, опираясь на жизненный цикл системы:

на этапе концептуального проектирования системы детальная экспертиза необходима для разрешения спорных вопросов и выбора одного из возможных вариантов. Такие экспертизы проводятся, когда имеется некоторый резерв времени и когда другими способами осуществить такого рода оценку не удастся;

в процессе разработки системы на этапах технического и рабочего проектирования, когда требуется точная количественная оценка соответствия выбранной структуры (архитектуры) техническим параметрам системы;

для обеспечения эффективного управления существующей системой. Создаваемая модель встраивается в контур управления, позволяя принимать своевременные и обоснованные решения. Например, для диспетчеров управления транспортными потоками;

в процессе проведения реконструкции или модернизации системы, когда требуется оценить последствия возможной модернизации и предостеречь от возможных ошибок.

На рис. 3 приведена графическая интерпретация областей применения имитационной экспертизы, базирующаяся на жизненном цикле системы. Сведения об уровне применимости на различных этапах жизни системы сформулированы на основании личного опыта авторов и их коллег в процессе проведения имитационных исследований.

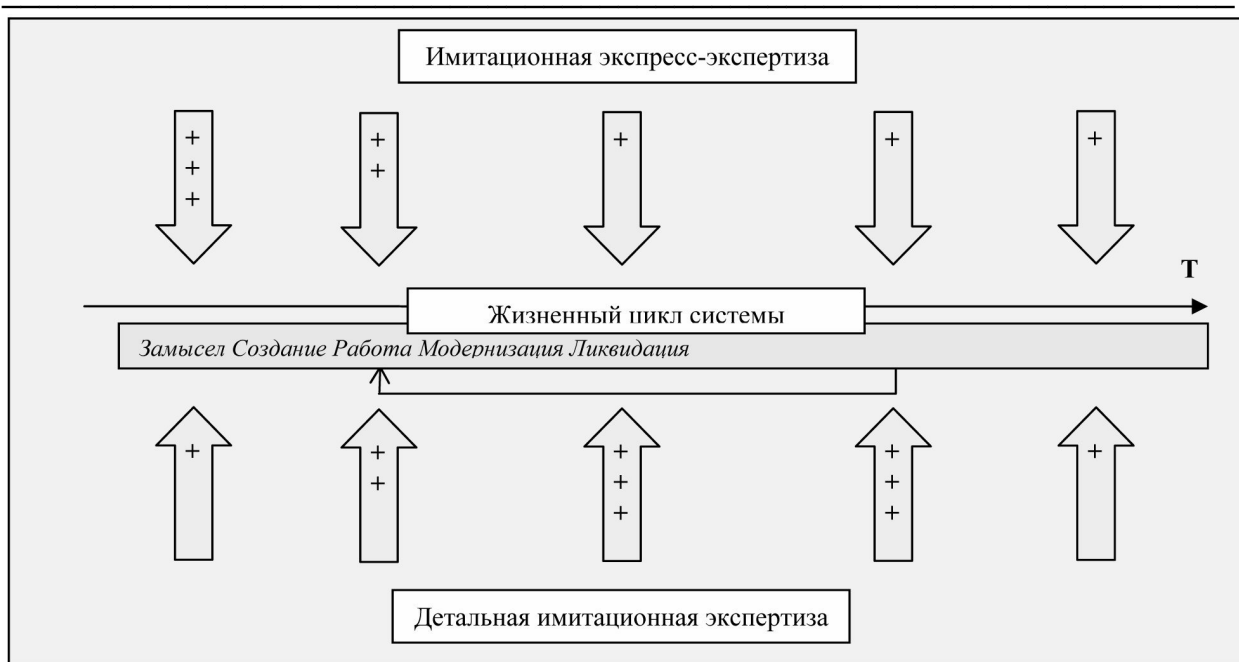


Рис. 3. Уровень применяемости двух типов имитационных экспертиз

На каждом этапе обоим уровням экспертизы присваивалось значение по трехбалльной шкале. В целом нужно признать, что уровень применяемости различных типов экспертиз в течение жизненного цикла системы отличается. На этапе замысла системы больше применяется экспресс-экспертиза, так как мало исходных данных и требуется быстрый результат. А при проведении анализе действующей системы или ее модернизации чаще используется детальная экспертиза, так как данных уже много, а сроки исполнения не столь критичны.

Примеры применения имитационной экспертизы

Приведем два практических примера имитационной экспертизы различных типов, выполненных авторами в последний год и отражающих в полной мере сформулированный выше подход. Первый пример – это имитационная экспресс-экспертиза, а второй – детальная имитационная экспертиза.

В 2012 г. нам было поручено провести исследование внешней транспортной логистики Агропромышленного парка Республики Татарстан. Решение требовалось получить очень быстро, так как строительство парка завершалось. В течение недели мы разработали модель и провели исследование. В результате мы рекомендовали некоторые изменения транспортной схемы и «вычленили» главную логистическую проблему системы – необходимость введения дополнительной парковки для большегрузных автомобилей. Причем не только определили место парковки, но и привели количественные расчеты характеристик парковки и предложили транспортную схему ее использования.

Если бы парковка не была бы построена, то в дни проведения ярмарок выходного дня на прилегающих к парку дорогах образовывались бы очереди из фур, что привело бы к затруднениям в дорожном движении, долгому времени ожидания, ухудшению экологической обстановки, срыву планов проведения ярмарок (рис. 4).

К нашему удовлетворению, с этими рекомендациями согласились специалисты из проектного института. Наши предложения привели к реальному и улучшению строительного проекта. Правда, после выдачи экспресс-экспертизы нас все же попросили провести дополнительное, более детальное, исследование. И оно подтвердило основные рекоменда-

Пленарные доклады

ции экспресс-экспертизы. Сейчас Агропромышленный парк запущен и никаких логистических коллизий в его работе не возникает.

Основной вывод, который мы сделали после завершения данной работы заключается в том, что имитационная экспертиза для строительных проектов исключительно важна, так как позволяет сделать ряд прогнозов по функционированию строящегося объекта. В частности, это прогнозирование функционирования системы в динамике, выявление «узких мест» системы до вложения средств и проведения строительных работ. В обычных строительных проектах и проводимых сейчас до начала строительства экспертизах – такого системного анализа не проводится.

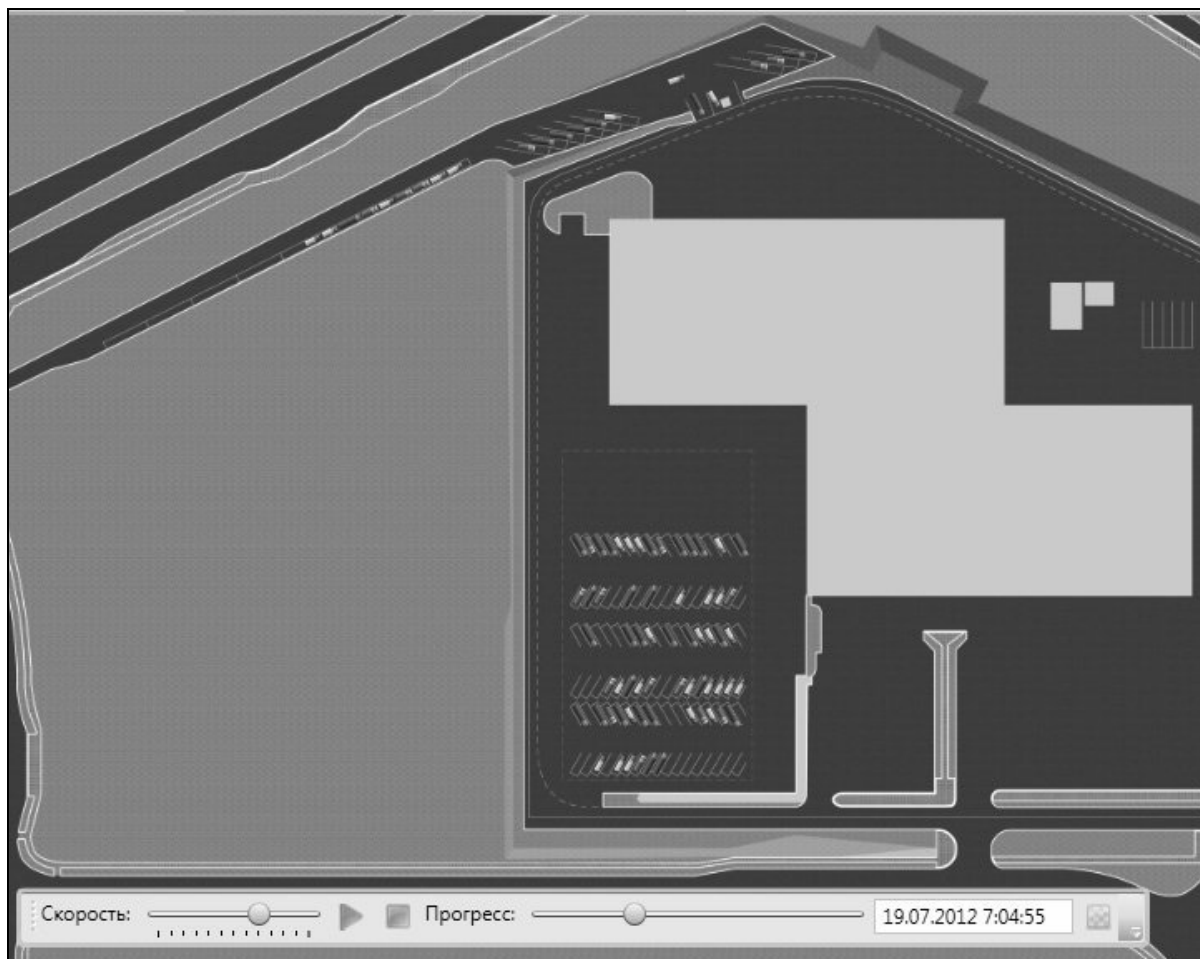


Рис. 4. Въезд транспортных средств на ярмарку «выходного дня»

Другой пример относится к группе детальных имитационных экспертиз. В июле 2013 г. в Казани была успешно проведена универсиада. К ней долго и упорно готовился весь город. У организаторов олимпиады в Казани не было практического опыта проведения столь масштабных мероприятий. Многие приходилось осваивать с нуля. Пригодились и мы, специалисты по системному анализу. Дирекцией универсиады нам было поручено исследовать транспортную логистику и инфраструктуру всех спортивных объектов универсиады, разработать расписания и маршруты движения клиентских групп (спортсменов, VIP-персон, организаторов, журналистов и др.), оценив готовность всей транспортной системы универсиады на соответствие требованиям FISU (международная федерация студенческого спорта). При этом должно быть обеспечено выполнение программы тренировок, соревнований и официальных мероприятий.

Пленарные доклады

В результате нами было разработано специализированное имитационное приложение, содержащее сорок две модели объектов универсиады и модель движения по городу. Имелась возможность исследования любого дня универсиады. В приложении учитывалась вся транспортная инфраструктура прилегающей к объекту территории (КПП, стоянки, парковки, транспортная схема), потоки транспортных средств, прибывающих и убывающих по расписанию. В модели «Город», наряду с маршрутами Универсиады, учитывались реальные городские маршруты общественного транспорта. Движение транспорта универсиады осуществлялось по выделенным полосам движения общественного транспорта. В случае отсутствия таких полос клиентские маршруты передвигались по временно выделенным под универсиаду полосам. Транспорт универсиады всегда имел приоритет перед городским общественным транспортом. Обгон осуществлялся, когда общественный транспорт заезжал на остановку, либо в заездной карман.

На рис. 5 и 6 приведены примеры фрагментов из анимационных роликов движения транспортных средств универсиады в модели «Дворец водных видов спорта» и модели «Город».



Рис. 5. Движение транспортных средств универсиады по объекту

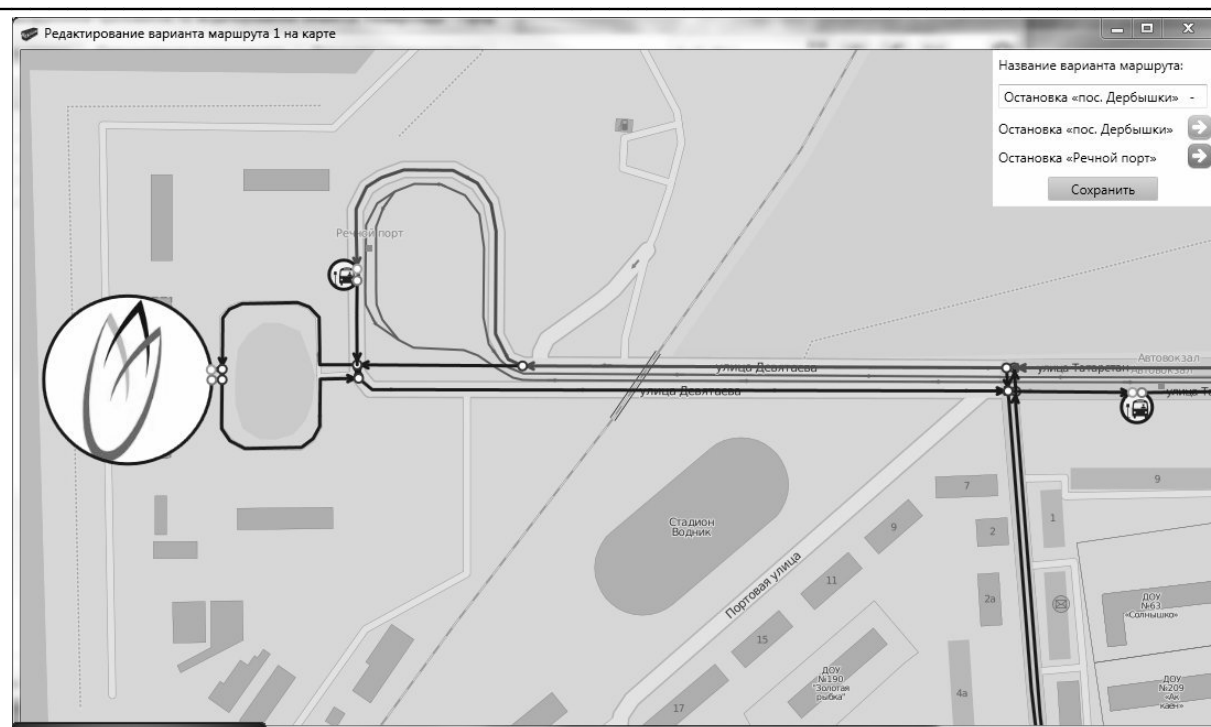


Рис. 6. Движение транспортных средств Универсиады по городу

В результате, были тщательно проанализированы различные сценарии развития транспортной ситуации и сделаны конкретные рекомендации, которые были использованы ГИБДД города при организации движения. Например, были выделены и количественно проанализированы наиболее загруженные участки дорог для каждого дня, на этих участках интенсивность движения была рассчитана поминутно, и были предложены альтернативные варианты улучшения ситуации.

В целом транспортная система универсиады отработала без замечаний, а наше участие в оптимизации этой системы было отмечено благодарственным письмом от исполнительной дирекции универсиады.

В последнее время была проведена имитационная экспертиза и для ряда других сложных систем – при промышленном моделировании, при моделировании транспортных систем, исследовании вычислительных систем и др. В основном все работы по имитационной экспертизе были выполнены успешно, и заказчики были довольны.

В то же время, были самые различные и любопытные мнения, с точки зрения значимости и восприятия результатов экспертизы заказчиком. Конечно, в большинстве случаев результатам доверяют и реагируют на предложения и рекомендации. Но бывают и такие случаи, когда заказчик не воспринимает разработанные модели и отказывается их использовать. Например, с такой ситуацией мы столкнулись при сдаче работ на Донском горно-обогатительном комбинате. В общем, классическая ситуация: заказали одну модель, а захотели увидеть совсем другую. Это происходит в случае, когда заказчик постепенно входит «во вкус» имитационного исследования, начинает понимать суть, предназначение, а самое главное возможности ИМ. Поэтому он старается получить более детальную модель, не затребованную Техническим заданием. Наша рекомендация для всех профессионалов ИМ – более четко и недвусмысленно формулировать функции и задачи модели в ТЗ, требовать от заказчика необходимые исходные данные, заранее согласовывать показатели модели и форму их представления.

В настоящее время мы выполняем несколько крупных имитационных экспертиз. Основными из них являются – исследование транспортной логистики Олимпиады «Сочи-

2014» и анализ проектных решений при проектировании Свияжского межрегионального мультимодального центра. Кроме того, проводится целый ряд имитационных экспресс-экспертиз. Например, исследование различных вариантов организации движения поездов по интермодальной ветке.

Перспективы рынка имитационных экспертиз

Как уже говорилось, что сейчас проводится очень мало имитационных экспертиз. Сейчас стоимость одной имитационной экспертизы оценивается примерно от ста тысяч рублей для экспресс-экспертизы до нескольких миллионов для детальной имитационной экспертизы. Если предположить, что средняя цена экспертизы 500 тысяч рублей, а их количество в год около 100–200, то имеем объем текущего рынка – примерно в 50–100 миллионов рублей на всех профессионалов ИМ. Это мизерная сумма и такой рынок не интересен инвесторам и крупным игрокам на рынке ИТ-технологий. Поэтому в наш сектор вкладывается так мало средств и очень мала конкуренция. Никто не хочет рисковать, ведь главная цель бизнеса – извлечение прибыли.

С другой стороны, рынок имитационных экспертиз имеет громадные перспективы. Пока это видим только мы, представители профессионального сообщества. Появились современные методологии и информационные технологии, позволяющие делать модели быстро, качественно и без необходимости овладения огромным багажом знаний, который требовался ранее. Это позволяет увеличить число потенциальных исследователей. Наш опыт показывает, что развитие ИМ идет именно в этом направлении. Т.е. имитационное моделирование постепенно превращается в инженерный инструмент и, следовательно, вскоре его сможет применить любой инженер. А раз появится такая огромная армия потенциальных пользователей, то появятся и заказы на имитационные экспертизы.

Если оценить объем рынка имитационных экспертиз в перспективе, то при той же средней стоимости экспертизы и количестве применений в десятки тысяч (допустим от 10 до 50 тысяч моделей) будем иметь объем рынка от 5 до 25 миллиардов рублей. И это минимальные и, вероятнее всего, заниженные цифры.

Сейчас мы находимся в самом начале пути создания такого рынка. Скоро отношение к имитационной экспертизе изменится, появятся множество консалтинговых компаний, предлагающих такие экспертизы, реальная конкуренция. Но такое будущее не придет само, за него нужно бороться, доказывать нужность государству и бизнесу. У нас для этого прекрасные стартовые позиции.

Выводы

Авторами, совместно с коллегами из Центра имитационных исследований и вычислительных систем АН РТ и компании «Элина-Компьютер», прилагаются значительные усилия по превращению Республики Татарстан в регион России, в котором проведение имитационной экспертизы и процесса имитационных исследований стало бы правилом, а в некоторых случаях и законом. Для того чтобы это стало реальностью, планируется в ближайшие годы реализовать следующие шаги:

1. Проведение массового внедрения в «сознание» чиновников и бизнесменов важность и необходимость применения имитационной экспертизы по средствам презентаций в организациях и предприятиях возможностей и практических применений, освещения основных идей и результатов в СМИ;
2. Постоянное предложение проведения имитационной экспертизы для системного анализа инфраструктурных и сложных проектов, реализуемых в республике. Участие в обсуждении этих проектов на совещаниях, в прессе, работа с непосредственными авторами и исполнителями проектов;

Пленарные доклады

3. Инициирование и принятие на региональном уровне законодательной инициативы о введении обязательной имитационной экспертизы при выполнении крупных проектов, реализуемых за счет бюджетных средств на территории Республики Татарстан;

4. Непрерывное совершенствование научной составляющей и технологии проведения имитационных исследований посредством проведения собственных разработок и привлечения лучших результатов и специалистов ИМ в мире, приближая ее к массовым инженерным средствам.

Следует отметить, что в случае успешной реализации работы центра в Республике Татарстан планируется, совместно с национальным обществом имитационного моделирования, тиражирование данного подхода в других регионах и инициирование принятия отраслевых актов и федерального закона об имитационной экспертизе и порядке ее проведения.

Литература

1. **Смирнов В.С., Власов С.А.** и др. Методы и модели управления проектами в металлургии. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 176 с.
2. **Власов С.А., Девятков В.В.** Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее // «Автоматизация в промышленности» . – 2005. – № 5. – С. 63–65.
3. **Зуев В.А.** Примеры решения логистических задач при создании складских комплексов. – Известия вузов, сер. «Машиностроение». – 2012 – № 4. – С. 82–88.
4. **Девятков В.В.** Методология и технология имитационных исследований сложных систем. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.