

**К ПРОБЛЕМЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****Р.Ф. Маликов, И.Р. Магсумов, А.Р. Усманова (Уфа)**

С изменением парадигмы подготовки специалистов и многоуровневости образовательного процесса (бакалавриат, магистратура, аспирантура) изменились и подходы подготовки выпускников высшего образования. В основе образовательных стандартов нового поколения лежат деятельностный и компетентностный подходы. У выпускников различных уровней образования и направлений подготовки должны сформироваться те или иные (общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные, специальные и другие) компетенции. И выпускники должны быть готовы к различным видам профессиональной деятельности.

В связи с развитием информационных технологий в области имитационного моделирования и появлением колоссальных возможностей разработки виртуальных имитационных моделей практически во всех сферах человеческой деятельности возникает существенная необходимость подготовки кадров в области имитационных исследований.

На наш взгляд, базовая подготовка кадров по имитационному моделированию должна основываться на базе направлений укрупненной группы 090000 - информатика и вычислительная техника[1], в учебных планах которых в вариативной части и дисциплины по выбору необходимо ввести базовые предметы по математическому моделированию.

В данном докладе мы приводим разработанные учебные планы и программы по направлению подготовки бакалавров (09.03.02) и магистров (09.04.02) — «Информационные системы и технологии», профиль «Имитационное моделирование».

Опыт подготовки бакалавров по направлению «Информационные системы и технологии» показывает, что формирование компетенций по проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности особенно ярко проявляется при подготовке научно-исследовательских работ в виде курсовых, проектных и выпускных квалификационных работ. По учебному плану бакалавриата предусмотрено не менее трех курсовых работ; мы определили их в рамках дисциплин:

- Технологии программирования - 4 семестр, в котором студенты разрабатывают различные приложения системах программирования, здесь они делают первые шаги по исследовательской деятельности.
- Моделирование процессов и систем - 6 семестр, в котором разрабатывают компьютерные аналитические и имитационные модели. Здесь ставятся задачи, проводится обзор литературы и выбор инструментальной среды моделирования. Разработка компьютерных моделей проводится на уровне учебно-исследовательских моделей.
- Проектирование и архитектура информационных систем - 7 семестр, разработка имитационных моделей проводится на более высоком уровне, здесь разрабатываются проекты, согласно технологиям проектирования информационных систем.

По степени разработки и значимости использования имитационных моделей, имитационное моделирование можно подразделить на несколько уровней, предложенных в работах [6,7]:

- учебное моделирование;
- научно-исследовательское моделирование;
- профессиональное моделирование;
- промышленное моделирование.

И эта парадигма уровней имитационного моделирования хорошо согласуется с процессом подготовки кадров по имитационному моделированию. Рассмотрим, как это происходит.

Учебное моделирование - это разработка учебных моделей, выполняемых под руководством «учителя» (в учебном заведении, на курсах или просто в рабочей обстановке). Учебное моделирование можно подразделить на два ступени:

- *учебно-познавательное моделирование;*
- *учебно-исследовательское моделирование.*

При *учебно-познавательном моделировании* происходит передача знаний, освоение методов имитационного моделирования, здесь на алгоритме построения этих моделей «ученик» знакомится с основными методологиями и информационными системами и технологиями имитационного моделирования, приобретает знания и навыки разработки моделей. Как правило, эти модели являются не сложными по объему и логике, простыми в разработке, такие модели называются типовыми. Построение одной учебной модели укладываются в рамки учебного процесса в форме лабораторных и практических занятий. Эти модели являются прототипами для построения учебных моделей для других классов СМО и подобных объектов и систем.

Учебно-исследовательское моделирование отличается продолжительностью разработки. Разработка одной модели может занимать несколько занятий, или выполняются в рамках курсовой работы по моделированию на 3 курсе и курсового проектирования на 4 курсе. При выполнении курсовых работ и проектов происходит первичное формирование научно-исследовательских навыков «ученика». Здесь происходит обучение не по готовым разработкам, ученик самостоятельно проектирует и разрабатывает имитационные модели по аналогии для других классов СМО и аналогичных или подобных объектов и систем. Разработка как учебных, так и учебно-исследовательских моделей проводится как с помощью языков моделирования типа GPSS, так и с помощью средств моделирования, таких, как AnyLogic, Arena, eM-Plant, QUEST, WITNESS и др.

Следующий уровень имитационного моделирования это *научно-исследовательское моделирование* чаще всего выполняется на кафедрах учебных заведений в рамках договорных или чисто исследовательских работ. Эти модели создаются для проведения научных исследований. Эти разработки проводятся в учебном заведении в рамках квалификационной или диссертационной работы. Научно-исследовательское моделирование можно подразделить на несколько ступеней связанных с уровнем образования и типом учреждения.

- выполнение квалификационной работы на уровне бакалавриата;
- магистерская квалификационная работа, выполняемая в рамках исследовательской темы в учебном заведении или академической темы в исследовательском учреждении, идеальный вариант, если они совмещаются;

- выполнение научно-исследовательской квалификационной работы на уровне аспирантуры в учебных заведениях или на научно-исследовательских лабораториях академических институтов.

Модели, разрабатываемые «учениками» на этих уровнях образования, бывают достаточно сложными и функциональными и, чаще всего, имеют научную значимость и практическую ориентированность.

Научно-исследовательская работа на уровне бакалавриата является квалификационной. Здесь, как правило, разработчик демонстрирует компетентность в области разработки информационных систем, в частности, имитационных моделей. В выпускной работе представляются: анализ предметной области, проект имитационной модели, реализация имитационной модели в выбранной среде моделирования и некоторые результаты машинных экспериментов.

Магистерская работа, хотя и является квалификационной, допускает проведение несложных научных исследований. Например, разрабатывается модификация имитационной модели, разработанной на уровне бакалавриата - в соответствии с актуальностью исследования, практической значимостью на уровне проектирования и разработки модели, и адекватности разработанной имитационной модели реальной системе, или разрабатывается новая имитационная программная установка для новой темы исследования. Соответственно, проходят все этапы имитационного исследования, благо имеется достаточная компетентность по разработке имитационных моделей. После тестирования и отладки разработанной имитационной установки проводятся научно-исследовательские работы, согласно стратегическому и тактическому планированию машинных экспериментов, а результаты обработки представляются в виде научных публикаций на разных уровнях представления (семинары, конференции, журнальные статьи). На этой ступени подготовки кадров идет формирование компетенций «ученика» как научного исследователя.

Характерная особенность научно-исследовательского моделирования - то, что разработчик является исполнителем, а заказчиком выступает учебное заведение или академический институт, в рамках которого выполняется государственная или академическая тема исследования. Разработчику представляется достаточная свобода в выборе средств моделирования и направления исследований. Он разрабатывает модели по своему усмотрению в избранных им средах моделирования, проводит выполнение работ по моделированию, оценивает результаты этих работ и представляет результаты исследований научной общественности.

Научно-исследовательская работа в полном объеме реализуется на ступени аспирантуры. Длительность обучения в аспирантуре составляет, в соответствии с новыми стандартами, 4 года. За это время обучаемый разрабатывает класс имитационных моделей, на которых проводятся полномасштабные научные исследования, решаются актуальные научные и производственные задачи в выбранной области исследования.

Необходимым условием в этих работах должно быть присутствие научной аналитической составляющей, которая может быть представлена в виде класса аналитических моделей, являющиеся базой имитационной модели, или предельными случаями, которые могут подтвердить результаты имитационных исследований. Таким образом, имитационные модели будут представлять технологическую цепочку работ в

рамках решения производственных задач и перехода на уровень профессионального производственного моделирования.

Уровень *профессионального моделирования* предполагает наличие заказчика, который с большим пристрастием относится к результатам моделирования, так как платит за это моделирование деньги в рамках соответствующих договорных отношений. Создание имитационной модели проводится командой разработчика, которая профессионально занимается подобными работами. В целях подготовки специалиста в области имитационного моделирования, необходимо участие аспирантов в команде разработчиков имитационных моделей. Успех всего имитационного проекта зависит от того, насколько модельеру удаётся оправдать ожидания заказчика, в смысле полноты и точности результатов моделирования. С заказчиком согласовывается техническое задание на разработку и требования к имитационной модели. Модели, как правило, не передаются заказчику, а только демонстрируются в процессе презентации проекта, чаще всего, с применением анимации. Основные результаты моделирования передаются заказчику в виде обычного отчёта. Проект имеет характер «разовой кампании», и после её завершения созданные модели отправляют «в архив». По подобному сценарию очень часто проходят работы по моделированию, связанные с проектными или консалтинговыми работами. Заказчик не всегда интересуется применённым в проекте симулятором, но тип симулятора, как правило, указывается в тексте договора.

Верхний уровень имитационного моделирования - это заказное *промышленное моделирование* [6,7]. На данном уровне задача, функциональные показатели и возможности модели, внешний интерфейс определяются заказчиком. Промышленное моделирование предполагает обязательную передачу модели заказчику с расчётом на её систематическое применение, т.е. имитационные промышленные модели сдаются «под ключ».

При этом производится программно-техническая интеграция модели на рабочем месте заказчика, т.е. её стыковка с источниками исходных данных и потребителями результатов моделирования. Промышленные модели чаще всего являются моделями, параллельно встроенными в производственный процесс. Модель запускается оператором (планировщиком, аналитиком и т.п.), по мере необходимости вручную, т.е. в режиме off line. Возможно также применение моделей в контуре оперативного управления объектами, когда запуск модели производится автоматически в режиме online. Работы такого уровня проводятся, как правило, консалтинговыми компаниями, в которых работают профессиональные модельеры, имеющие большой опыт разработки имитационных моделей, компаниями - разработчиками инструментария имитационных исследований.

Литература

1. **Плотников А.М.** Анализ современного состояния и тенденции развития имитационного моделирования в Российской Федерации (по материалам конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД)) [Текст] // А.М.Плотников, Ю.И.Рыжиков, Б.В.Соколов, Р.М. Юсупов. Труды СПИИРАН, Выпуск № 2 (25). – Санкт-Петербург, 2013. – С. 42-112.
2. **Девятков В.В.** Имитационная экспертиза: опыт применения и перспективы // В.В.Девятков, В.В.Назмеев, С.А.Власов. Журнал «Прикладная информатика», № 1(49), 2014. С. 66-74.

3. **Якимов И.М.** Применение системы имитационного моделирования GPSS World с расширенным редактором для обучения в ВУЗе [Текст] // И.М. Якимов, Ю.Г. Старцева. Сборник докладов шестой всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2013). – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2013. – Т.1. – С.367-371.
4. **Фараонов А.В.** Ситуационные центры как инструмент оценки подготовки специалистов и эффективности принятия решения [Текст] // Современные информационные технологии и ИТ-образование / Сборник избранных трудов IX Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2014. – С.752-761.
5. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата 090000 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4/9>
6. **Губин С.В.** Информационные технологии в логистике [Текст] // С.В.Губин , А.В.Боярчук. Курс лекций для высших технических учебных заведений. – Киев: «Миллениум», 2009. – 60 с.
7. **Толуев Ю.И.** Моделирование логистических процессов: традиции и инновации. Лекция 2: Современные методы и средства имитационного моделирования [Электронный ресурс]. <http://simulation.su/uploads/files/default/prez-toluev-mod-log-proc-lecture-2.pdf>.
8. **Лычкина Н.Н.** Основные задачи и методика преподавания имитационного моделирования по направлениям подготовки в области экономики и управления на основе стандартов третьего поколения [Текст] // Н.Н.Лычкина. Имитационное моделирование. Теория и практика: Сборник докладов пятой юбилейной всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2011. СПб.: ОАО «ЦТСС», 2011. – Т.2. – С.152-158.