

УДК 378.147(004.94)

## **ЗНАКОМСТВО С ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

**Л.В. Голунова, А.М. Александрова (Новосибирск)**

Современные цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность, интернет вещей и пр., открывают новые горизонты во всех сферах жизнедеятельности человека. В военной области перечисленные технологии становятся незаменимым инструментом для повышения эффективности и безопасности ведения боевых действий. Рассматривая вопросы содержания дисциплины [1], мы отмечали, что знакомство с современными цифровыми технологиями необходимо осуществлять уже на начальном этапе подготовки будущих офицеров в военном вузе в рамках дисциплины «Информационные технологии», которую курсанты осваивают на 1–2 курсах.

Одной из инновационных технологий является моделирование различных систем и процессов, потому что использование методов и средств моделирования «становится необходимым условием организации эффективного управления войсками (силами)» [2]. Технологии моделирования, включая имитационное моделирование, позволяют воспроизводить сложные системы и процессы, создавая их виртуальные аналоги. Это, в свою очередь, способствует более глубокому пониманию теоретических аспектов, приобретению практических навыков, необходимых для решения сложных задач в условиях ограниченного времени и ресурса, повышая тем самым уровень подготовки специалистов, способных эффективно действовать в условиях современной войны.

В данной работе мы рассмотрим, каким образом можно организовать знакомство курсантов с технологией имитационного моделирования при изучении дисциплины «Информационные технологии».

Качество профессиональной подготовки специалиста определяется, прежде всего, тем, насколько он умеет применить полученные знания в практической деятельности [3], то есть какими компетенциями он обладает. Дисциплину «Информационные технологии» курсанты осваивают во время своей учебы одной из первых, поэтому этот процесс представляет собой важный этап подготовки будущих офицеров, во время которого закладываются основы формирования военно-управленческих, военно-технических и научно-исследовательских компетенций через использование интерактивных форм обучения [4].

Успешность формирования компетенций у обучающихся, в свою очередь, зависит от целого ряда ключевых факторов, включая:

- наличие инновационной образовательной среды, способствующей, во-первых, развитию междисциплинарных связей, во-вторых, обладающей способностью адаптироваться к изменениям внешней среды и её новым вызовам;
- наличие актуальных, современных и практико-ориентированных учебных планов и рабочих программ дисциплин, которые соответствуют современным требованиям высокотехнологического общества;
- использование различных активных и интерактивных методов обучения, направленных на активизацию мышления обучаемых, характеризующиеся высокой степенью интерактивности, мотивации и эмоционального восприятия учебного процесса [5];

- высокий уровень профессионализма и опыт преподавателей, их вовлеченность в научные исследования и практическую деятельность;
- предоставление возможности для курсантов участвовать в научных исследованиях, конференциях и публикациях с целью развития их исследовательских навыков;
- оснащение учебных лабораторий, библиотек и других учебных помещений современным оборудованием и ресурсами и пр.

Следует отметить также, что уровень сформированности компетенций напрямую зависит от обеспечения преемственности в течение всего срока обучения как по отдельным дисциплинам / разделам научного знания, так и в целом по всему курсу. Преемственность обучения означает, что учебный план должен строиться таким образом, чтобы каждый следующий этап был логическим продолжением предыдущего и был основан на уже полученных знаниях и навыках. Это помогает обучающимся не только углубить полученные знания, но и научиться применить их в новых ситуациях. Преемственность обучения способствует формированию у курсантов системного мышления, пониманию важности междисциплинарных связей, умению интегрировать накопленные знания, умения и навыки, видеть единую научную картину мира. Таким образом, преемственность обучения внутри образовательной программы и, соответственно, используемых методов обучения является важным принципом, который обеспечивает целостность и последовательность образовательного процесса.

В условиях быстро развивающегося технологического мира именно дисциплина «Информационные технологии» обеспечивает основу для преемственности всего процесса обучения в высшем учебном заведении, являясь неотъемлемой частью профессиональной подготовки специалиста в любой области. В последние годы акцент в преподавании дисциплины в высших учебных заведениях сместился от изучения базовых понятий, навыков работы в прикладных программах, которые логичнее приобретать в общеобразовательной школе, к более глубокому пониманию структур и алгоритмов обработки данных, анализу информации, комплексному подходу к решению проблем. Поэтому мы расширили содержание дисциплины «Информационные технологии», включив актуальные на сегодняшний день разделы и темы: «Основы геоинформационных систем», «Основы компьютерного моделирования», включая знакомство с имитационным моделированием, «Визуализация данных», «Знакомство с технологиями искусственного интеллекта» и пр.

Необходимость изучения методов имитационного моделирования обусловлена его широким применением в военной области, что отражено в работах научных работников и практиков [2, 6, 7] и пр. Во всех работах подчеркивается, что имитационное моделирование представляет собой мощный инструмент, позволяющий оценивать функционирование сложных систем в условиях, приближенных к реальным, что особенно актуально в военной области.

В курсе дисциплины «Информационные технологии» можно выделить два направления, раскрывающих основные понятия моделирования. В разделе «Информационные системы» рассматриваются вопросы системного анализа предметной области, различные модели баз данных, реализация модели данных реляционного типа в выбранной системе управления базами данных. Другое направление – изучение простейших имитационных моделей, реализация которых предусматривает развитие навыков работы с табличным процессором LibreOffice Calc.

Имитационное моделирование позволяет исследовать и анализировать поведение систем в условиях, аналогичных действительности. Например, нужно спрогнозировать, как поведут себя одни параметры системы при изменении других, определить ключевые параметры и выявить потенциальные проблемы до их возникновения, глубже понять

динамику процессов, то есть поведение системы во времени. Это делает имитационное моделирование незаменимым инструментом в военной области, где необходимо принимать обоснованные решения на основе анализа возможных исходов. В имитационном моделировании будущее предсказывается по реальным данным: чем больше данных, тем точнее модель, так как она учитывает больше факторов. Поэтому логичным представляется здесь знакомство курсантов с понятием «Big data» несмотря на то, что простейшие имитационные модели они строят без использования больших данных.

В рамках имитационного моделирования выделяют несколько видов моделей, каждая из которых находит своё применение в зависимости от специфики исследуемого объекта. Так, например, различают детерминированные и стохастические модели, с которыми мы и знакомим обучающихся. Детерминированные модели основаны на строгих правилах и предсказуемых параметрах, в них отсутствуют случайные воздействия. Стохастическими называют модели, в которых предполагается наличие случайных воздействий на независимые переменные. Выбирая в таких случаях определенные предположения о распределениях независимых случайных величин, можно на основе проведенных вычислительных экспериментов получить прогноз для возможных значений выходных переменных.

В последние годы в государственных учреждениях Российской Федерации, в том числе в высших учебных заведениях Министерства обороны РФ, по ряду причин осуществляется переход на отечественное, а также свободное программное обеспечение, в частности на LibreOffice, использование которого позволяет существенно снизить затраты на лицензирование программного обеспечения. Во-вторых, LibreOffice поддерживает открытые форматы документов, что обеспечивает долговечность и доступность данных, уменьшает риски, связанные с потенциальной утратой данных. Табличный процессор LibreOffice Calc, хотя и уступает по возможностям MS Excel, тем не менее, также имеет встроенные функции и инструменты для осуществления имитационного моделирования. Так в работе Баранчева О.Л. и Бондарь И.М. рассмотрено решение задач уничтожения появляющихся целей противника методами имитационного моделирования [8]. Ниже приведены примеры имитационных моделей, построенных на основе использования различных средств табличного процессора LibreOffice Calc. Данные примеры используются при проведении лабораторных работ.

#### 1. Детерминированная модель. Метод сценариев

Пример. При производстве БПЛА все затраты делятся на постоянные и переменные. Постоянные затраты не зависят от количества произведенных БПЛА (обычно это заработная плата управленческого аппарата, затраты на научные исследования и т.п.). Переменные затраты (затраты на материалы, расходы на зарплату производственным рабочим и т.д.) для упрощения расчетов можно принять линейно зависящими от количества БПЛА: переменные затраты =  $\lambda$  \* количество, где коэффициент  $\lambda$  равен переменным затратам, приходящимся на один БПЛА. При организации любого производства важно знать точку безубыточности, то есть такое количество единиц техники, начиная с которого производство становится прибыльным. Точка безубыточности находится по формуле:  $x = P / (c - \lambda)$ , где  $P$  – постоянные затраты,  $c$  – цена реализации,  $\lambda$  – переменные затраты на один БПЛА. Для анализа различных вариантов наборов входных переменных и используется метод сценариев.

Сценарий в табличном процессоре LibreOffice Calc (*Сервис* → *Сценарии*) – это конкретный набор входных значений, который сохраняется под определенным именем и может использоваться в дальнейшем для анализа его влияния на модель в целом. Из нескольких вариантов расчетов необходимо выбрать наилучший, у которого точка безубыточности наименьшая. Исходные данные для сценария представлены на

рисунке 1.

	А	В	Ячейка	Имя
1	<b>Расчет точки безубыточности</b>			
2			<b>В4</b>	<b>Цена реализации</b>
3	Количество товара	2600	<b>В7</b>	<b>Сырье</b>
4	Цена реализации	2,7	<b>В8</b>	<b>Транспорт</b>
5			<b>В18</b>	<b>Точка безубыточности</b>
6	Переменные затраты			
7	Затраты на сырьё	1123		
8	Транспортные расходы	667		
9	Зарплата производственным рабочим	557		
10	Всего	2347		
11	На единицу товара	0,902692308	<b>В10</b>	<b>= СУММ (В7:В9)</b>
12			<b>В11</b>	<b>= В10 / В3</b>
13	Постоянные затраты		<b>В16</b>	<b>= СУММ (В14:В15)</b>
14	Зарплата администрации	600		
15	Затраты на научные разработки	300		
16	Всего	900	<b>В18</b>	<b>= В16/(Цена реализации – В11)</b>
17				
18	Точка безубыточности	500,7489835		

Рис. 1 – Исходные таблицы и формулы для расчета методом сценария

## 2. Использование встроенных функций СЛЧИС() и СЛУЧМЕЖДУ()

Пример. Военное училище для проведения учебных занятий ежедневно приобретает горюче-смазочные материалы (ГСМ) на одной из двух оптовых баз: на базе №1 – с вероятностью 0,7 и на базе №2 – с вероятностью 0,3. Количество приобретенных ГСМ в обоих случаях является равномерно распределенной случайной величиной: для базы №1 на отрезке [1000; 2000]; для базы №2 на отрезке [800; 1500]. Цена ГСМ в обоих случаях является случайной величиной с равномерным распределением на отрезке [8; 10]. В данной задаче для планирования бюджета необходимо определить, сколько раз стоимость ГСМ оказалась больше некоторой заданной величины, например, 13 000. Для определения стоимости приобретенных ГСМ выполним не менее 100 вычислений (имитаций), получим оценки для математического ожидания стоимости ГСМ и её среднего квадратического отклонения. Исходные данные представлены на рисунке 2.

Ячейка	Формула	Замечание
В9	=ЕСЛИ (СЛЧИС () <0,7; 1; 2)	Формулы из строки 9 копируются вниз до строки 108
С9	=ЕСЛИ (В9=1; СЛУЧМЕЖДУ (1000;2000); СЛУЧМЕЖДУ(800;1500))	
Д9	=\$B\$3+(\$B\$4-\$B\$3) * СЛЧИС ()	
Е9	=С9*Д9	
Е3	=СРЗНАЧ (Е9:Е108)	
Е4	=СТОТКЛ (Е9:Е108)	
Е5	=СЧЁТЕСЛИ (Е9:Е108;">13000")	

Рис 2. – Исходные данные для расчета с использованием встроенных функций СЛЧИС() и СЛУЧМЕЖДУ()

Для получения наглядного представления о результатах имитационного моделирования можно построить гистограмму стоимости приобретенного ГСМ.

## 3. Применение Генератора случайных чисел (Лист → Заполнить → Заполнить случайными числами)

С помощью Генератора случайных чисел можно получить набор значений случайной величины с любым из наиболее популярных распределений.

Пример. После увольнения из ВС РФ офицер устроился мастером на станцию технического обслуживания (СТО) автомобилей для выполнения работ по техническому осмотру и ремонту (при необходимости) автомобилей. Его заработная плата состоит из двух частей: основная (10% от стоимости выполненных работ) и дополнительная (премия по результатам работы, устанавливаемая руководством предприятия). Ежедневно мастер обслуживает 80 автомобилей, владельцы которых с вероятностью  $p = 0,2$  согласны с профилактическим техническим осмотром (ТО) по рыночной цене. Директор СТО ежедневно устанавливает размер дополнительной заработной платы в размере 0%, 20% и 50% с соответствующими вероятностями 0,2; 0,5 и 0,3.

Путем использования генератора случайных чисел (количество имитаций равно 200) заполняются данные количества прошедших в течение дня технический осмотр автомобилей (биномиальное распределение), стоимость технического осмотра (нормальное распределение), вычисляется заработная плата (основная и дополнительная). В конечном итоге определяется средняя заработная плата мастера (=СРЗНАЧ()) и среднее квадратичное отклонение (=СТОТКЛ()). Таким образом можно проследить зависимость среднего квадратичного отклонения заработной платы мастера от среднего квадратичного отклонения стоимости ТО автомобиля. Выполнив расчеты при различных значениях среднего квадратичного отклонения стоимости ТО, можно заметить, что размер средней заработной платы практически не изменяется, но при увеличении среднего квадратичного отклонения стоимости ТО автомобиля увеличивается и среднее квадратичное отклонение заработной платы.

Продолжение знакомства обучающихся с имитационным моделированием осуществляется в программной среде AnyLogic, которая широко применяется для моделирования в военной области для решения различных задач: эксплуатация вооружений и военной техники, военная логистика, транспортное обеспечение, сбор данных о противнике, оптимизация персонала и пр.

В дальнейшем процессе обучения курсанты смогут использовать полученные знания и навыки в области компьютерного моделирования при проведении технических расчетов, анализе сценариев боевых действий, изучении динамики систем управления в рамках практических занятий по специальным дисциплинам, при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ для изучения объекта исследования в аспекте его понимания, управления или прогнозирования, достижения оптимальных стратегий.

Важность овладения курсантами технологиями имитационного моделирования заключается еще и в том, что они способствует развитию нескольких видов мышления: аналитического, системного, критического, творческого и прогностического. В совокупности все эти виды мышления помогают лучше понимать сложные процессы и принимать обоснованные решения, что очень важно для будущего офицера.

Таким образом, введение в имитационное моделирование в рамках дисциплины «Информационные технологии» позволяет будущим офицерам познакомиться с современными методами анализа данных и оптимизации процессов, то есть получить знания и навыки, которые будут востребованы в профессиональной деятельности.

## Литература

1. **Голунова Л.В., Александрова А.М.** Влияние современных цифровых технологий на содержание дисциплины «Информатика» в военном вузе // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2024): материалы VIII Междунар.

- науч.-практ. конф. (Новосибирск, 24-25 апреля 2024 г.) / Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2024. С.77-83.
2. **Воробьев А.А., Загодарчук И.В., Филяев М.П.** Имитационное моделирование в военном деле // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации: сборник научных трудов. – СПб. : Изд-во Политехнического университета, 2018, Вып. 3. С.42-49.
  3. **Павлов В.Н.** Модернизация высшего образования посредством внедрения современных инновационных технологий // Медицинское образование и вузовская наука. – 2015. №1(7). С.84-86.
  4. **Долгов В.Я.** «Навигатор» в изучении дисциплины // Вестник военного образования. – 2018. №2. С.42-49.
  5. **Мухина Т.Г.** Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе. Учебное пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – 97 с.
  6. **Варфоломеева С.В., Божко С.В., Терехов В.В.** Применение математических методов имитационного моделирования в ВС РФ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник), 2020. №1. С. 467-472.
  7. **Воробьев А.А., Филяев М.П., Якшин А.С.** Дискретно-событийное имитационное моделирование процессов материально-технического обеспечения войск (сил) // Наука и военная безопасность. – Омск: ОАБИИ, 2019. Вып. 1. С. 76-82.
  8. **Баранчев О.Л., Бондарь И.М.** Моделирование военно-прикладных задач массового обслуживания в информационной среде LibreOffice Calc // Сибирский военно-научный вестник. – Новосибирск: Новосибирский военный институт им. генерала армии И.К. Яковлева, 2022. №1(1). С. 87-94.