

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*На правах рукописи*

**МАРКОВИЧ Ольга Сергеевна  
МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВА  
ОБУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ БУДУЩИХ  
УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(информатика)

*Маркович*

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата педагогических наук

**Научный руководитель:**

доктор педагогических наук, доцент

Сергеев Алексей Николаевич

Волгоград

2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Введение.....</b>	3
<b>Глава 1. Теоретико-методологические аспекты применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.....</b>	14
1.1. Целевые, содержательные и процессуальные характеристики подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования.....	14
1.2. Кейс-технология как средство формирования профессиональной компетентности будущего учителя информатики.....	34
<b>Выводы по первой главе.....</b>	53
<b>Глава 2. Разработка и обоснование методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики .....</b>	57
2.1. Компоненты методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.....	57
2.2. Опытно-экспериментальная работа по оценке эффективности методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.....	81
<b>Выводы по второй главе.....</b>	107
<b>Заключение.....</b>	111
<b>Список использованной литературы.....</b>	114
<b>Приложения</b>	134

## Введение

**Актуальность исследования.** Изменения общества и технологий ставят новые задачи перед системой образования. В настоящее время общепринятым является понимание того, что от выпускников школы и вузов требуются не отдельные знания и умения, а целостная компетентность, обеспечивающая готовность применять знания и умения для успешной деятельности в определенной области. Подобные изменения акцентируют внимание на совершенствование системы высшего образования, где ставится задача формирования профессиональной компетентности, а также на проблемы подготовки педагогических кадров, готовых к реализации новых задач в системе образования.

Так, определяя проблемы педагогического образования, В. А. Болотов указывает, что сегодня перед образованием стоит задача подготовки педагогов, способных работать по новым школьным стандартам, в которых обращается внимание на прикладные аспекты использования школьных теоретических знаний. В процессе модернизации педагогического образования, в первую очередь это должно коснуться не столько предметной подготовки учителей, сколько организации совершенно другой их практической подготовки, что позволит сформировать в полной мере профессиональную педагогическую компетентность.

В этой связи актуальным становится вопрос предметной подготовки будущих педагогов, роли и места в такой подготовке фундаментальных предметных дисциплин, их связи и соотношения с дисциплинами педагогического и методического блоков. Такой вопрос возникает в отношении подготовки учителей самых разных предметных областей, в том числе и информатики.

Будущий учитель информатики в предметном блоке осваивает дисциплины, связанные с основами информатики, пользовательской подготовкой в области ИКТ (уровень опытного пользователя),

программированием, разработкой и сопровождением информационных систем, а также использованием средств ИКТ в образовательном процессе. Необходимость таких дисциплин не подвергается сомнению, так как их содержание соответствует программам школьной информатики, а также характеру профессиональных педагогических задач. Вместе с тем в предметном блоке подготовки учителя информатики есть дисциплины, которые относятся к разделам фундаментальной информатики, не имеющие непосредственной связи с деятельностью учителя и содержанием школьных программ. В частности – это дисциплины, обеспечивающие подготовку будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования.

Какую роль играет компьютерное моделирование в процессе подготовки учителя информатики? Вряд ли можно утверждать, что содержание данной дисциплины, осваиваемое студентами вуза, в полном объеме необходимо для преподавания разделов линии формализации и моделирования в школьном курсе информатики. Еще меньше оснований утверждать, что компьютерное моделирование обеспечивает основы применения информационных технологий в процессе обучения. Вместе с тем, если вести речь о реализации качественно новых технологий обучения информатике (проектная и исследовательская работа учащихся, реализация различных форм работы с одаренными детьми и др.), то дисциплина «Компьютерное моделирование» способна вооружить учителя информатики знаниями и умениями, применимыми для исследований и проектов, реализуемых на высоком уровне с использованием информационных технологий. Компьютерное моделирование, обеспечивая методологию и методы самых разнообразных исследований с применением ИКТ, способно обеспечить и новый уровень учебных исследований, реализуемых обучающимися.

В педагогической науке сложились теоретические предпосылки решения задачи подготовки учителя информатики в области компьютерного моделирования: исследования в области методики обучения компьютерному

моделированию в вузе (Э. Т. Селиванова, Е. В. Бугайко, О. В. Оськина, М. Л. Никонорова), теории и практики обучения компьютерному моделированию учителя информатики (А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер, А. Л. Королёв и др.), применения компьютерного моделирование как средства обучения (Л. В. Жук, М. В. Ларионов, Н. Б. Розова и др.). Выполнены многочисленные исследования по поиску новых форм, методов и технологий обучения: компьютерному моделированию (Е. И. Травкин, Е. В. Филимонова, О. М. Губанова, С. М. Комарова), информатике (И. В. Симонова, Н. В. Софронова, М. С. Горбузова, Т. К. Смыковская, М. А. Никитина, Ю. А. Машевская и др.), предметам в целом (Н. В. Жулькова, Е. Н. Красикова, Н. В. Зубова и др.).

В ряде исследований новые подходы к обучению предметным дисциплинам рассматриваются в аспекте применения кейс-технологии (А. М. Деркач, М. А. Никитина, Г. М. Гаджикурбанова, Н. В. Зубова и др.). В выполненных исследованиях определены отдельные методические подходы к организации обучения с использованием кейс-технологии, выявлены сущностные характеристики кейс-метода и показаны возможности применения кейсов в обучении математике, естественным и техническим наукам, описаны подходы к классификации кейсов и их структура. Вместе с тем теория и практика применения кейс-технологии при обучении информатике пока еще не является в достаточной степени разработанной, не выявлены особенности предметных кейсов по информатике, не определена технология проектирования предметных кейсов при изучении информатических дисциплин, не разработана методика применения кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

Учитывая сказанное выше, можно выделить следующие противоречия, связанные с подготовкой будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования:

– между усилением роли практической подготовки в процессе формирования профессиональной компетентности будущего педагога и

недостаточной изученностью роли и места при подготовке учителя информатики курса компьютерного моделирования как фундаментального и предметного в блоке дисциплин;

– между наличием потенциала кейс-технологии как средства формирования и оценивания компетентности обучающихся в системе высшего образования и недостаточной разработанностью теории и практики применения этой технологии в процессе обучения компьютерному моделированию.

Наличие указанных противоречий позволяет выделить проблему недостаточной разработанности методических основ применения кейс-технологии при обучении дисциплине «Компьютерное моделирование» как части профессиональных образовательных программ подготовки будущих учителей информатики, что и определило выбор темы исследования «Методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики».

**Объект исследования** — процесс предметной подготовки будущих учителей информатики.

**Предмет исследования** — методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

**Цель исследования** — разработка и научное обоснование методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

**Гипотеза исследования** основывается на том, что процесс обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики будет более результативным, если:

1) в качестве целей обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики рассматривать формирование предметного и исследовательского компонентов их компетентности в области компьютерного моделирования;

2) основным средством обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики будет выступать кейс-технология, предполагающая разработку и решение предметно-ориентированных кейсов, основанных на ситуационной задаче и включающих в свой состав задания, решение которых приводит к решению поставленной задачи, материалы, необходимые для выполнения заданий, а также программные средства для решения задачи;

3) методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики будет основываться на трехкомпонентной модели проектирования, разработки и применения учебных кейсов и учитывать специфику целевого, содержательного и процессуального компонентов методики в аспекте предметной подготовки будущих учителей информатики компьютерному моделированию.

Определение цели и гипотезы позволило сформулировать **задачи исследования:**

1. Описать современные представления о целях, содержании и методах подготовки будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования.

2. Выявить существенные характеристики кейс-технологии как средства формирования профессиональной компетентности будущего учителя информатики.

3. Определить компоненты методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

4. Экспериментально апробировать разработанную методику и обосновать ее эффективность.

В основу исследования положены следующие **теоретико-методологические основания** и источники: работы в области теории и методики обучения информатике (А. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, И. В. Роберт,

И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер и др.); работы в области теории и методики обучения компьютерному моделированию (Е. В. Бугайко, А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер, А. Л. Королёв, Ю. Ю. Тарасевич, Р. В. Майер, Р. Ф. Маликов, Б. Я. Советов, С. А. Яковлев и др.); работы в области применения кейс-технологии в обучении (Г. М. Гаджикурбанова, Н. В. Зубова, М. А. Никитина, Ю. П. Сурмин, А. И. Сидоренко, Е. Н. Красикова, К. Меер и др.).

**Этапы исследования.** Исследование проводилось в 2014-2018 гг. и включало в себя три этапа. На первом этапе формулировалась проблема исследования, был определен методологический аппарат исследования и выбрана его эмпирическая база. На втором этапе разработана технология конструирования предметно-ориентированных кейсов по компьютерному моделированию; проведены констатирующий, поисковый и формирующий этапы эксперимента. На третьем этапе проведен анализ опытно-экспериментальной работы и сформулированы выводы исследования, результаты которого оформлены в виде текста кандидатской диссертации.

Для проверки выдвинутой гипотезы и решения поставленных задач использовался комплекс взаимодополняющих **методов исследования**:

– *теоретические* – теоретико-методологический анализ научно-методических и психолого-педагогических литературных источников; изучение федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, программной и учебной документации; моделирование и проектирование компонентов методики на различных этапах исследовательской работы;

– *эмпирические* – наблюдение, беседа, экспертная оценка, анкетирование и тестирование студентов по проблеме исследования; анализ студенческих работ, опытно-экспериментальная работа;

– *статистические* – статистическая и математическая обработка результатов опытно-экспериментальной работы, их количественный и качественный анализ.



**Эмпирическую базу исследования** представляют данные опытно-экспериментальной работы, проводившейся в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный социально-педагогический университет» (ФГБОУ ВО «ВГСПУ»). Всего на разных этапах в исследовании участвовало 170 человек – обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое образование», профилю «Информатика», «Математика» и «Информатика», «Информатика» и «Физика».

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Предметная подготовка учителя информатики в области компьютерного моделирования предполагает формирование систематизированных знаний в области компьютерного моделирования, базовых умений и навыков построения и исследования моделей, а также формирование профессиональных и исследовательских компетенций будущего учителя информатики. Компетентность учителя информатики в области компьютерного моделирования включает в свой состав предметный и исследовательский блоки – знания, умения и личностные установки в области теории и методов компьютерного моделирования, проведения исследований с использованием методов компьютерного моделирования.

2. Предметно-ориентированным кейсом по информатике является комплект, включающий в себя

1) ситуационную задачу (описание учебной проблемной ситуации, решаемой средствами информатики);

2) задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи (задания или вопросы для организации поэтапного решения основной ситуационной задачи);

3) материалы, необходимые для выполнения заданий (исходные данные, статистические данные, данные для проверки полученных результатов, информационные (справочные) материалы и др.);

4) программные средства для решения задачи (средства

информационных технологий, необходимые для решения основной ситуационной задачи).

Структура такого кейса по компьютерному моделированию включает ситуационные задачи и задания на исследование аналитических моделей, а также построение и исследование аналитических и имитационных моделей; материалы, необходимые для выполнения заданий – теоретические сведения об объекте или процессе исследования, справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования, справочные материалы о численных методах, исходные данные, данные для эксперимента; программные средства для решения задачи – системы программирования, табличные процессоры, системы компьютерной математики, системы компьютерного моделирования.

3. Методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики включает компоненты:

- целевой компонент – целью методики является формирование компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования, включающей в себя предметный и исследовательский компоненты подготовки;
- содержательный компонент – содержание курса «Компьютерное моделирование», включающее направления: математическое моделирование, моделирование стохастических систем, имитационное моделирование, моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация;
- процессуальный компонент – методы, средства и формы обучения, предполагающие реализацию трехэтапного процесса проектирования, разработки и применения при подготовке будущих учителей информатики предметно-ориентированных кейсов по компьютерному моделированию.

4. Показателем эффективности методики применения кейс-технологии

как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики является сформированность компетентности будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования, раскрывающаяся через описание компонентов компетентности (знаний, умений и личностных установок) на предметном и исследовательском уровнях.

**Научная новизна исследования** заключается в том, что впервые разработана методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики, в рамках которой уточнена структура предметно-ориентированного кейса по информатике, описана технология разработки предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию, определены этапы реализации кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

**Теоретическая значимость** результатов исследования состоит в том, что полученные выводы вносят вклад в современную теорию и методику обучения и воспитания (информатика, уровень высшего образования) за счет теоретического обоснования применения кейс-технологии при обучении будущих учителей информатики. Положения исследования могут служить основой для дальнейших теоретических разработок в области повышения качества профессиональной подготовки будущих педагогов при изучении ими предметных дисциплин информатики.

**Достоверность результатов исследования** обеспечивается обоснованностью исходных теоретико-методологических положений; системным использованием методов исследования; мониторингом результатов исследования на разных его этапах; применением разнообразных взаимодополняющих методов исследования, адекватных целям, задачам и логике работы; использованием эмпирического материала, полученного в ходе опытно-экспериментальной работы; репрезентативностью выборок и статистической значимостью экспериментальных данных.

**Личный вклад** соискателя состоит в участии во всех этапах работы над диссертационным исследованием, организации получения исходных

данных и проведении научных экспериментов, в апробации результатов исследования посредством выступлений на конференциях, в подготовке публикаций, освещающих результаты исследования, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных лично автором.

**Практическая ценность** результатов исследования состоит в том, что созданное методическое обеспечение – программа курса «Компьютерное моделирование» и комплекты кейс-заданий – в соответствии с требованиями ФГОС ВО могут использоваться в процессе реализации основных профессиональных образовательных программ по направлению подготовки «Педагогическое образование», профилю «Информатика». Элементы предложенной методики могут использоваться при конструировании кейсов по другим разделам информатики.

**Апробация результатов** исследования осуществлялась через участие в научных и научно-практических конференциях: «Информатизация образования – 2014» (г. Волгоград, 2014), «Электронное обучение в непрерывном образовании» (г. Ульяновск, 2016), «Информатизация образования – 2017» (г. Чебоксары, 2017), «Информационные технологии в образовании «ИТО-Саратов-2017» (г. Саратов, 2017), «Интернет-технологии в образовании – 2018» (г. Чебоксары, 2018), «Интернет-технологии в образовании – 2019» (г. Чебоксары, 2019), «Информатизация образования — 2019» (г. Волгоград, 2019); областном научно-практическом семинаре учителей информатики (г. Волгоград, 2018); теоретическом семинаре кафедры информатики и методики преподавания информатики Волгоградского государственного социально-педагогического университета (г. Волгоград, 2014-2018); публикацию материалов исследования в различных научных и научно-методических изданиях.

**Внедрение результатов исследования** осуществлялось в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете при обучении студентов направления «Педагогическое образование» профиля «Информатика».

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы (147 наименований), 4 приложения. Текст диссертации содержит 15 таблиц и 8 рисунков.

# **Глава 1. Теоретико-методологические аспекты применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики**

## **1.1. Целевые, содержательные и процессуальные характеристики подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования**

Информатика как научная область и как область практического использования компьютерной техники и информационных технологий начала складываться во второй половине XX века. К первоисточникам научной области информатики относят кибернетику (Н. Винер), теорию информации (К. Шеннон, Р. Хартли), теорию алгоритмов (А. Тьюринг, Э. Пост, А. Марков), архитектуру ЭВМ (Джон фон Нейман) [125].

К. К. Колин пишет, что информатика, переживая период бурного развития, приобретает первостепенное значение не только для технических и естественных, но также и для гуманитарных наук. Из технической дисциплины о методах и средствах обработки данных при помощи вычислительной техники информатика превращается в фундаментальную науку об информации и информационных процессах не только в технических системах, но также в природе и обществе [53,55].

Современная информатика – самостоятельная научная дисциплина, объектом изучения которой выступают информационные процессы, происходящие в природе и обществе, а также методы и средства реализации этих процессов в технических, социальных, биологических и физических системах, а предметом изучения являются основные свойства и закономерности информационных процессов в природе и обществе, особенности их проявления в различных информационных средах (технической, физической, биологической и социальной), методы и средства их реализации, а также использование этих средств и методов в различных сферах социальной практики [53].

Структура предметной области современной информатики, предложенная на II Международном конгрессе Юнеско «Образование и информатика», включает теоретическую информатику, средства информатизации, информационные технологии и социальную информатику [96].

Одновременно с развитием информатики как науки, стал формироваться одноименный образовательный курс. В 1985 году учебный курс информатики был включен в структуру школьного образования, а в педагогических вузах на базе физико-математических факультетов началась подготовка учителей по дополнительной специальности «Информатика». В рамках данной подготовки большое внимание уделялось формированию алгоритмического мышления и программированию для ЭВМ.

Как представлена информатика в программах подготовки в системе общего и высшего образования?

Целями обучения информатике К. К. Колин определяет: 1) формирование новой информационной культуры российского общества, которую должна составлять совокупность профессиональных, социальных и этических норм поведения людей в новой высокоавтоматизированной информационной среде обитания людей в XXI веке; 2) формирование целостного миропонимания и современного научного мировоззрения, которые должны быть основаны на признании единства основных информационных законов в природе и обществе, а также на понимании ведущей роли информации в эволюционных процессах и обеспечении жизнедеятельности природных и социальных систем; 3) подготовка интеллектуальной элиты общества к освоению новой методологии научных исследований, в основе которой будет лежать информационный подход как фундаментальный метод познания природы, человека и общества; 4) подготовка высокообразованных людей и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту и профессиональной

мобильности в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий [54].

Структура, содержание и объем подготовки будущих учителей в области информатики впервые были предложены В. И. Ефимовым, М. П. Лапчиком и В. К. Розовым [68]. Информатика в учебные планы подготовки будущих учителей была включена в 1986 г. В основу концепции этих планов был положен принцип непрерывного и комплексного освоения теоретических знаний и практических навыков использования средств информатизации и информационных технологий в течение всех лет обучения в педагогическом вузе. Среди учебных дисциплин выделялись дисциплины, ориентированные на формирование системы знаний по основам информатики, полученных в средней школе, а также дисциплины и практики, содержание которых было связано с освоением технических средств информатизации образования, теоретических знаний и практических навыков использования в педагогической деятельности средств информатизации и информационных технологий, формированием обобщенных представлений о процессе информатизации образования [135].

М. П. Лапчик пишет, что блок основных компьютерно-ориентированных дисциплин учебного плана подготовки учителей распался на две группы, размещаемые, соответственно, в области предметной подготовки и в области технологической подготовки учителя. Такое разделение связано с двумя важнейшими направлениями использования компьютеров в образовании: компьютер как инструмент исследования (использование информационных технологий для исследовательской работы в предметных областях знания: математике, физике, химии, филологии, географии, истории и т.п.); компьютер как средство обучения (для реализации образовательных технологий).

Область предметной подготовки по информатике и ИТ, согласно М. П. Лапчику, включает общеобразовательные разделы курса информатики, а также приложения информатики, определяемые с учетом особенностей



конкретной предметно-профильной деятельности учителя. Область технологической подготовки включает обновленную дидактику (имеются в виду ее новые разделы, обосновывающие роль компьютерных технологий в обучении), методику преподавания предмета, педагогическую практику [67].

Е. В. Баранова, И. В. Симонова пишут, что содержание образовательной программы по подготовке бакалавров педагогического образования, специализирующихся в области информатики и ИКТ должно быть направлено на овладение студентами системой теоретических знаний, практических умений и навыков в области информатики и информационных технологий, с целью развития универсальных и профессиональных компетенций в области обучения на разных уровнях образования, разработки и использования электронных образовательных ресурсов для развития цифровой информационно-образовательной среды школы [12,13].

В профессиональную подготовку будущих учителей Т. Н. Копышева, Ю. В. Григорьев предлагают вводить отдельные спецкурсы, творческие проекты, которые будут дополнять уже имеющиеся дисциплины. Авторы отмечают, что перед современной высшей школой стоят следующие задачи:

- опережающая подготовка будущих учителей информатики в расчете на появление перспективных ИКТ для образования (дополненная и виртуальная реальности, облачные технологии и т. д.);

- повышение мотивации использования учителями ИКТ в педагогической деятельности в будущем [59].

В настоящее время в программы профессиональной подготовки будущих учителей включены дисциплины, предусматривающие получение знаний в области информатики и обучение использованию информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.

При этом, несомненно, более содержательными являются программы профессиональной подготовки будущих учителей информатики, в структуру которых входят три блока: 1) предметная подготовка (фундаментальные понятия теоретической и практической информатики); 2) использование

информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности; 3) методика обучения информатики.

В блок предметной подготовки входят дисциплины, содержание которых необходимо для реализации школьного курса информатики, и дисциплины, относящиеся к разделам фундаментальной информатики, не имеющие непосредственной связи с деятельностью учителя и содержанием школьных программ. Компьютерное моделирование является одним из фундаментальных разделов информатики. Развитие технологий компьютерного моделирования, расширение сфер его применения позволяет говорить о том, что для учителя информатики необходимо иметь представления о роли моделирования в науке и практике, а также владеть основными приемами моделирования с использованием компьютерной техники.

С 1995 г. учебный курс «Компьютерное моделирование» был включен в перечень дисциплин предметной подготовки учителя информатики.

И. И. Раскина пишет, что курс «Компьютерное моделирование» (Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по специальности 030100 «Информатика») направлен на формирование представлений о компьютерном моделировании как мощном средстве, широко применяемом для исследования и анализа различных видов деятельности [115].

Согласно, примерной программе дисциплины «Компьютерное моделирование» по специальности 030100 «Информатика», которая была представлена в 2000 г., основная цель курса – «расширение представлений студентов о моделировании как методе научного познания, ознакомление с использованием компьютера как средства познания и научно-исследовательской деятельности» [106].

Е. А. Бабкин, О. М. Бабкина к основным целями дисциплины «Компьютерное моделирование» для студентов направления «Информатика» относят: формирование у студентов теоретических знаний об основах

моделирования в целом и компьютерного моделирования в частности; приобретение практических навыков построения формализованных моделей различных классов и проведения экспериментов с моделями на компьютере. Задачами изучения дисциплины, согласно авторам, являются:

1) приобретение знаний об основных принципах моделирования в целом и информационных систем в частности, об организации систем моделирования, о современных языках моделирования, их возможностях и тенденциях развития;

2) приобретение умений строить несложные модели прикладной области специальности, планировать модельный эксперимент, интерпретировать его результаты и применять методы моделирования при решении различных задач, в том числе связанных с анализом и синтезом информационных систем [8].

А. Л. Королёв целью учебного курса «Компьютерное моделирование» для студентов педагогических вузов (Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по специальности «Информатика») определяет: предоставление основных сведений о современных методах построения, реализации и исследования моделей объектов, процессов и систем различной природы; расширение представления учащихся о моделировании как о методе научного познания; знакомство с методологией моделирования; развитие умения применять компьютер как средство познания в различных областях практической деятельности и научных исследований; развитие умения применять методы моделирования для решения конкретных задач; формирование навыков в области моделирования процессов и систем различной природы, а также в области образования [61].

Автор определяет следующие задачи курса:

1) обучение применению моделирования в профессиональной деятельности;

2) ознакомление с современными методами и технологиями построения моделей и проведения модельных экспериментов в различных видах практической и научной деятельности;

3) теоретическая и практическая подготовка будущего учителя к методически грамотной организации и проведению занятий с применением средств моделирования и разработки моделей, к преподаванию соответствующего раздела образовательного стандарта по курсу информатики;

4) обучение эффективному использованию моделей, моделирования и модельного эксперимента в учебном процессе;

5) ознакомление с возможностями современных технологий компьютерного моделирования в рамках реализации обучения, ориентированного на развитие познавательных и творческих способностей, на формирование целостной системы универсальных знаний, умений и навыков, а также самостоятельной деятельности, то есть на развитие ключевых компетенций, определяющих современное качество образования;

б) развитие творческого потенциала будущего учителя, необходимого для дальнейшего самообучения в условиях непрерывного развития и совершенствования информационных технологий [там же].

Р. В. Майер отмечает, что изучение методов компьютерного моделирования имеет большое значение для подготовки будущих учителей информатики, поскольку в школьном курсе информатики рассматриваются основы компьютерного моделирования (моделирование динамических систем, задачи статистического и имитационного моделирования, моделирование знаний, компьютерная графика и т.д.) [75].

С. М. Комарова пишет, что при обучении компьютерному моделированию у студентов формируются навыки исследовательской деятельности, необходимые компетенции, обозначенные во ФГОС ВО:

1) способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

- 2) способность к самоорганизации и самообразованию;
- 3) способность проектировать траекторию своего профессионального роста и личностного развития;
- 4) готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования;
- 5) способность руководить учебно-исследовательской деятельностью учащихся [57, с. 60].

Учитывая столь широкий спектр взглядов на значение и особенности компьютерного моделирования как раздела информатики, авторы учебных курсов «Компьютерное моделирование» предлагают и разные подходы к построению содержания подготовки учителя информатики в области компьютерного моделирования.

И. И. Раскина в содержание учебного курса компьютерного моделирования (Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по специальности 030100 «Информатика») включает:

- 1) понятия компьютерная модель и компьютерное моделирование;
- 2) понятие математической модели, различные классификации математических моделей, основные этапы построения математической модели, примеры построения математических моделей различных явлений природы и областей человеческой деятельности, различные виды математических моделей: дескриптивные (описательные) модели; оптимизационные модели; игровые модели; имитационные модели и другие;
- 3) изучение инструментальных средств моделирования;
- 4) разработка конкретных компьютерных моделей, уровень сложности и детализации которых должен соответствовать специфике обучения в педагогическом университете [115].

Е. А. Бабкин, О. М. Бабкина предлагают подход к преподаванию компьютерного моделирования для студентов направления «Информатика», основанный на следующих принципах:

1) рассмотрение основных понятий теории моделирования и классификаций моделей и видов моделирования, рассмотрение классификации компьютерных моделей;

2) использование компьютера как исследовательской установки для исследования моделей и экспериментов с ними;

3) изучение различных подходов к реализации программных моделей (языки программирования высокого уровня, языки и системы моделирования, универсальные систем моделирования, табличные процессоры);

4) одним из главных разделов дисциплины «Компьютерное моделирование» для направления «Информатика» должен быть раздел имитационного моделирования;

5) построение практикума следует вести от изучения и исследования готовых моделей к самостоятельному созданию моделей [8].

А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер отмечают, что компьютерное моделирование, являясь «мощнейшей информационной технологией», представляет собой и «интегративную дисциплину, включающую выходы в самые различные науки». Авторы на примерах моделей из разных областей знания, показывают некоторые типичные задачи компьютерного математического моделирования, решение которых способствует выработке навыков, которые необходимы специалисту в области информатики. Согласно подходу, предложенному авторами, при подготовке будущих учителей информатики в рамках компьютерного математического моделирования рассматриваются следующие основные вопросы:

1) виды моделирования;

2) компьютерное математическое моделирование (этапы и цели компьютерного математического моделирования; классификация математических моделей);

3) моделирование физических процессов (свободное падение тела с учетом сопротивления среды; движение тела, брошенного под углом к горизонту; движение тела с переменной массой: взлет ракеты; движение небесных тел; движение заряженных частиц; колебания математического маятника; моделирование явлений и процессов в приближении сплошной среды; моделирование процесса теплопроводности);

4) компьютерное моделирование в экологии (модели внутривидовой конкуренции; логистическая модель межвидовой конкуренции; динамика численности популяций хищника и жертвы; имитационное моделирование динамики популяций);

5) глобальные модели развития человечества;

6) моделирование случайных процессов (техника стохастического моделирования; моделирование случайных процессов в системах массового обслуживания; примеры моделирования случайных процессов);

7) компьютерное математическое моделирование в экономике [92].

А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер отмечают, что при проведении лабораторных работ по компьютерному моделированию, можно использовать четыре класса программного обеспечения:

1) высокоуровневые системы программирования;

2) табличные процессоры офисных пакетов;

3) пакеты компьютерной математики;

4) специальные пакеты для моделирования процессов различного типа [93].

Ю. Ю. Тарасевич в первой части учебного пособия «Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс» для студентов специальности «Информатика» на примерах из разных предметных областей (физики, химии, экологии) показывает, как строятся и анализируются

математические модели. Во второй части – приводит задачи, в которых качественный анализ затруднен или невозможен и требуется прямое компьютерное моделирование процесса (рассматриваются системы, проявляющие хаотическое поведение, клеточные автоматы, задачи перколяции и кинетического роста и другие). Автор приводит примеры исследования динамической системы с помощью математических пакетов (Mathematica, Maple, Matlab, Mathcad) [133].

В примерной программе, опубликованной в 2000 г. Министерством образования РФ, в содержание дисциплины «Компьютерное моделирование» были включены следующие разделы:

- 1) моделирование как метод познания;
- 2) информационные модели;
- 3) важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием;
- 4) примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии;
- 5) технология математического моделирования и ее этапы;
- 6) математические и гуманитарные методы прогноза, их взаимодействие;
- 7) имитационное моделирование;
- 8) моделирование стохастических систем;
- 9) учебные компьютерные модели;
- 10) компьютерная графика и геометрическое моделирование [106].

В. И. Сафонов в структуру курса «Компьютерное моделирование» (для подготовки студентов специальности 030100 «Информатика») включает два раздела: теоретические основы компьютерного моделирования (обобщение теоретического материала по дисциплине «Компьютерное моделирование») и лабораторный практикум [123].

Структура и содержание данного курса, представлена в таблице 1.



Структура курса «Компьютерное моделирование»  
(автор В. И. Сафонов)

<b>Раздел</b>	<b>Содержание</b>
Теоретические основы компьютерного моделирования	Понятие модели и моделирования
	Основные этапы моделирования
	Информационное моделирование
	Основные понятия математического моделирования
	Различные подходы к классификации математических моделей
	Модели динамических систем
	Системный подход в научных исследованиях
	Численный эксперимент
	Моделирование стохастических систем
	Учебные компьютерные модели
Лабораторный практикум	Геометрическое моделирование и компьютерная графика
	Построение информационных моделей в табличном процессоре
	Моделирование процессов в электронных таблицах
	Моделирование ситуаций в электронных таблицах
	Моделирование процессов с использованием программирования
	Моделирование начисления процентов
	Модели обслуживания в очереди
	Имитационное моделирование
	Прогнозирование ситуаций с использованием моделирования
	Компьютерное моделирование в педагогических программных средствах

Учебный курс «Компьютерное моделирование», предложенный А. Л. Королёвым для студентов педагогических вузов по специальности 030100.00 «Информатика» охватывает следующие направления:

1) понятия модель и моделирование, абстрактные и натурные модели, моделирование в науки и технике, компьютерное моделирование, системный подход в моделировании;

- 2) классификация моделей, различные подходы к классификации моделей;
- 3) математические модели;
- 4) модели динамических систем;
- 5) модели с распределенными параметрами;
- 4) численный эксперимент;
- 5) достоверность численной модели;
- 6) хаотическое поведение детерминированных систем;
- 7) оптимизационные и многокритериальные модели;
- 8) компьютерные модели в физике, биологии, экологии, экономике;
- 9) имитационные алгоритмические модели;
- 10) алгоритмы моделирования дискретной случайной величины;
- 11) моделирование случайных событий и стохастических систем;
- 12) моделирование систем массового обслуживания;
- 13) инструментальные программные средства моделирования, программные средства моделирования предметной области;
- 14) информационные модели, объекты и связи, основные структуры;
- 15) геометрические модели и компьютерная графика.

Основная концепция данного курса – это моделирование без программирования на основе универсальных инструментальных программных комплексов моделирования (Model Vision Studium, Simulink, КОМПАС–3D LT) либо электронных таблиц [60, 61].

Р. В. Майер разработал примерную программу курса «Компьютерное моделирование» для педагогических вузов (профили «Физика», «Математика», «Информатика»), которая представлена в таблице 2.

Программа курса «Компьютерное моделирование»  
(автор Р. В. Майер)

Тема	Содержание
Компьютерное моделирование как метод научного познания	Моделирование и системный подход. Цели моделирования. Вербальные и математические модели. Компьютерные модели и их классификация. Принципы компьютерного моделирования. Информационные модели. Аналитические и имитационные модели. Вычислительный эксперимент.
Непрерывно-детерминированные модели динамических систем	Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы численного интегрирования. Методы решения диффуравнений с частными производными. Методы решения вариационных задач.
Дискретно–детерминированные модели	Сущность автоматного подхода. Компьютерное моделирование нейросетей. Метод клеточных автоматов. Понятие о мультиагентном подходе. Примеры использования дискретно-детерминированных моделей.
Дискретно–стохастические модели	Метод статистического моделирования (Монте-Карло). Алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Моделирование случайных событий и процессов. Примеры использования метода статистических испытаний. Вероятностные клеточные автоматы.
Непрерывные стохастические модели	Получение непрерывных случайных величин с заданным распределением. Моделирование различных систем массового обслуживания. Другие непрерывно–стохастические модели. Агрегатный подход к моделированию сложных систем. Примеры непрерывно-детерминированных моделей
Компьютерное моделирование физических систем	Моделирование колебательного движения. Моделирование движения точки в силовом поле. Модель двумерного движения системы частиц. Большие системы. Расчет электрического и магнитного полей. Моделирование диффузии и теплопроводности. Моделирование волнового движения. Автоволновые процессы. Расчет

	<p>потенциального и вихревого течения жидкости. Моделирование конвекции. Оптические и квантовые явления</p>
Имитационное моделирование технических систем	<p>Общие подходы и принципы. Модели простых систем: измерительный прибор, асинхронный двигатель. Моделирование информационных систем. Моделирование систем автоматического регулирования. Моделирование движения мотоцикла, автомобиля. Модель работы ядерного реактора.</p>
Имитационное моделирование биологических и экологических систем	<p>Дискретные и непрерывные модели развития отдельной популяции. Учет межвидовой конкуренции. Модель «хищник-жертва». Мультиагентный подход к моделированию биологических систем. Муравьиный алгоритм. Моделирование эволюции, генетические алгоритмы. Моделирование искусственной жизни.</p>
Имитационное моделирование социально-экономических систем	<p>Локальный (мультиагентный) и глобальный подходы к построению моделей. Модель развития предприятия. Моделирование экономического и демографического развития общества. Ланчестерская модель боевого взаимодействия противников. Модели боя, учитывающие пространственное расположение войск. Моделирование развития общества в компьютерных играх. Глобальные модели развития человечества</p>
Имитационное моделирование процесса обучения	<p>Дискретная модель ученика. Непрерывная однокомпонентная модель обучения. Модель обучения с изменяющимся коэффициентом забывания. Многокомпонентная модель обучения и ее использование для анализа различных ситуаций. Решение оптимизационной задачи с помощью имитационной модели обучения</p>
Информационное моделирование и робототехника	<p>Понятие информационной модели объекта. Электронные таблицы, базы данных. Моделирование знаний. Искусственный интеллект. Создание роботов, моделирующих поведение человека и животных. Примеры информационных моделей</p>
Геометрическое моделирование. Виртуальная реальность	<p>Понятие компьютерной графики. Растровая, векторная и фрактальная 2D-графика. Воксельная и полигональная 3D-графика.</p>

	Создание трехмерных изображений и их преобразование. Матрицы масштабирования, сдвига и поворота. Метод трассировки лучей. Задача удаления невидимых элементов. Понятие виртуальной реальности. Методы создания эффекта присутствия в виртуальном мире. Виртуальные лаборатории и симуляторы
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Р. В. Майер отмечает, что освоение методов компьютерного моделирования будет эффективным, если оно опирается на деятельность студентов по созданию и изучению некоторого множества компьютерных программ, моделирующих физические, биологические, социальные и другие процессы. Поскольку студенты должны разбираться в практических аспектах создания компьютерных моделей и их использования для исследования различных объектов (процессов), автор предлагает использовать для построения компьютерных моделей язык программирования Pascal, табличный процессор Excel, математический пакет MathCAD, пакет компонентного моделирования Electronics Workbench, систему имитационного моделирования GPSS. При этом обращает внимание, что основным инструментальным средством моделирования целесообразно использовать язык Pascal поскольку:

1) основы программирования на языке Pascal изучаются в школе и в педагогическом вузе;

2) язык Pascal предоставляет широкие возможности для работы с массивами и компьютерной графикой, и позволяет реализовать различные алгоритмы;

3) программы, написанные на языке Pascal, понятны любому программисту и легко транслируются в другие языки (Delphi, Visual Basic, C++ и т.д.) [75].

В примерной основной образовательной программе высшего профессионального образования, представленной в 2010 году в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки «Педагогическое

образование» (профиль «Информатика») дисциплина «Компьютерное моделирование» отнесена к профессиональному циклу и входит в состав вариативной части ООП [105].

Согласно указанной примерной программе, процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих специальных компетенций:

1) готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов (СК-1);

2) способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации (СК-2);

3) владеет современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации (СК-3) [там же].

Анализ программ дисциплины «Компьютерное моделирование», составленных в соответствии ФГОС ВО по «Педагогическое образование» (стандарт утвержден в 2015 году) ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет» [108], ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет» [111], ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Борисоглебский филиал [109], ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный педагогический университет» [110], ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет» [107] позволил выделить основные разделы, которые включают авторы в содержание дисциплины: моделирование как метод познания; информационные модели; математические модели; примеры математических моделей (в химии, биологии, экологии, экономике); моделирование стохастических систем; имитационное моделирование.

Таким образом, анализ подходов к подготовке учителя информатики в области компьютерного моделирования позволяет выделить основные вопросы, формирующие ядро курса:

- 1) рассмотрение основных понятий теории моделирования и различные подходы к классификации моделей и видов моделирования;
- 2) изучение различных видов моделей и связей моделирования и системного подхода; математические модели;
- 3) изучение инструментальных программных средств моделирования;
- 4) рассмотрение основ моделирования стохастических систем и имитационного моделирования.

Развитие технологий компьютерного моделирования, расширение сфер его применения позволяет говорить о том, что для учителя информатики необходимо иметь представления о роли моделирования в науке и практике, а также владеть основными приемами моделирования с использованием компьютерной техники.

А. Л. Королёв отмечает, что, применяя компьютерное моделирование в профессиональной деятельности, учитель получает дополнительные возможности при изложении своего предмета. Построение моделей и проведение модельных экспериментов вырабатывает у обучающихся более глубокое понимание законов протекания процессов. Оно также способствует углублению и расширению знаний в конкретной предметной области, развитию познавательной активности обучающихся [60, 61].

Как видим, изучение компьютерного моделирования является важным этапом как в общем плане подготовки учителя информатики, так и в формировании его исследовательских компетенций и готовности к организации учебного процесса с использованием технологий компьютерного моделирования.

Традиционными методами обучения компьютерному моделированию являются лекции и лабораторные занятия. Лекционные занятия направлены на формирование глубоких, систематизированных знаний в области

компьютерного моделирования. На лабораторных занятиях формируются основополагающие понятия курса и умения применять полученные знания, формируются базовые навыки построения и исследования моделей.

В диссертационном исследовании Е. В. Бугайко представлены методические аспекты организации обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики, в соответствии с требованиями ГОС ВПО. Автор предлагает рассматривать данный курс как педагогическую систему, являющуюся системой более низкого порядка по отношению к общей системе обучения будущих учителей информатики [24].

Целью, разработанной Е. В. Бугайко методики обучения компьютерному моделированию, является формирование понятий «компьютерная модель» и «моделирование». Система понятий области компьютерного моделирования, предложенная Е. В. Бугайко, представлена на схеме 1.

В содержание методической системы Е. В. Бугайко включает учебный материал по трем уровням подготовки в области компьютерного моделирования.

1. Целью первого уровня является формирование знаний основных понятий моделирования и умений работать с готовыми компьютерными и информационными моделями на уровне пользователя.

2. Второй уровень ориентирован на формирование знаний базовых методологий проектирования, разработки и реализации компьютерных моделей на уровне разработчика.



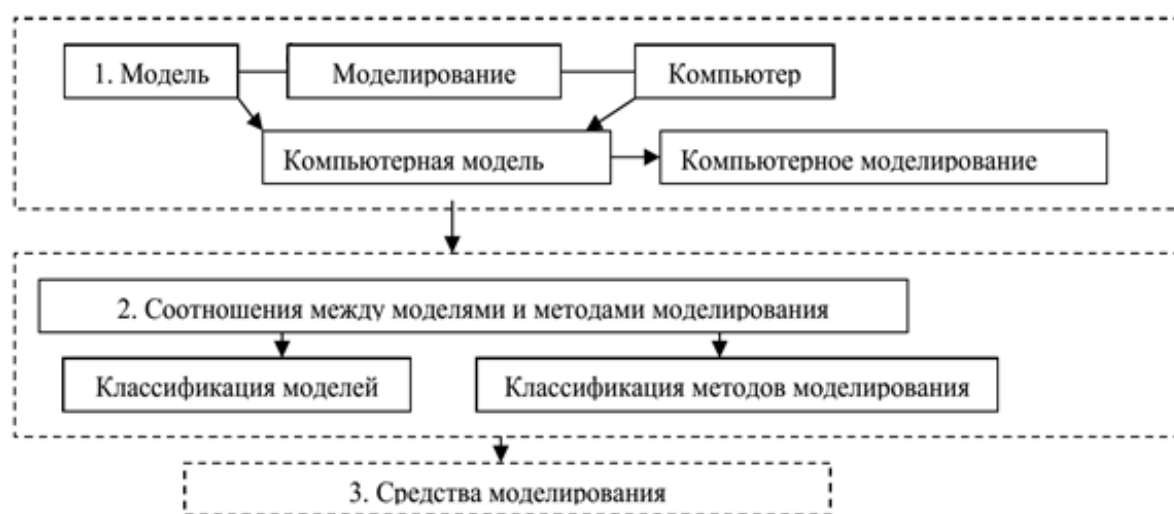


Схема1. Система понятий курса «Компьютерное моделирование» (по Е. В. Бугайко)

3. Третий уровень направлен на формирование у будущих учителей информатики знаний и умений по построению методики обучения моделированию в школьном курсе информатики на уровне преподавателя.

В качестве основного метода обучения автор предлагает использовать метод учебных телеконференций, а средством обучения - электронный учебник, отражающий систему понятий и заданий области компьютерного моделирования [23, 24].

В диссертационном исследовании С. М. Комаровой разработана методика обучения бакалавров педагогического образования, специализирующихся в области информационных технологий, компьютерному моделированию с использованием межпредметных задач. Данная методика ориентирована на развитие межпредметных связей между информатикой и математикой с использованием средств программирования. Обучение компьютерному моделированию студентов осуществляется в рамках дисциплин, связанных с современным программированием. При этом содержание обучения строить таким образом, чтобы изучение основ программирования сопровождалось решением практико-ориентированных межпредметных задач с математическим содержанием. [57, с. 6]. При

построении компьютерной модели рассматриваются задачи, в которых математическая модель известна студентам и необходимо разработать алгоритм, а также компьютерную программу с использованием сложных структур данных (множества, массивы, записи, классы, объекты) и языков программирования.

С. М. Комарова считает, что при обучении студентов компьютерному моделированию целесообразно применять метод проектов, т.к. он способствует развитию самостоятельности, творческих способностей, исследовательской компетенции, формированию готовности применять в профессиональной деятельности метод моделирования при решении практических задач [56].

Как видим, подготовка учителя информатики в области компьютерного моделирования предполагает формирование систематизированных знаний в области компьютерного моделирования, базовых умений и навыков построения и исследования моделей, а также формирование профессиональных и исследовательских компетенций будущего учителя. Такая многоплановость задач подготовки учителя актуализируют проблему поиска новых методов и технологий. Существенным потенциалом, по нашему мнению, в данном случае обладает кейс-технология, где на комплексной основе реализуются задачи предметной и исследовательской подготовки учителя информатики. Теоретическому анализу этой технологии посвящен следующий раздел данной работы.

## **1.2. Кейс-технология как средство формирования профессиональной компетентности будущего учителя информатики**

Практика применения кейсов для обучения и контроля впервые была представлена в Школе бизнеса Гарвардского университета (США) в 1924 году. В отечественном образовании кейс-метод стал использоваться в 80-х годах [98]. При этом данное направление педагогики продолжает активно развиваться, в педагогической литературе к настоящему времени можно

найти множество подходов к описанию сущностных характеристик кейс-метода.

Так, О. Г. Смолянинова, анализируя возможности применения кейс-метода при обучении экономическим дисциплинам, пишет, что кейс – это единый информационный комплекс, позволяющей понять ситуацию. Отличительной особенностью кейс-метода является создание проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни. Он демонстрирует теорию с точки зрения реальных событий, позволяет заинтересовать студентов в изучении предмета [127].

Г. М. Гаджикурбанова пишет, что основой кейс-технологии является обучение путем решения конкретных задач – ситуаций (кейсов), содержащих информацию о проблеме, на базе которой путем теоретического анализа и имеющихся знаний решается поставленная перед студентом задача. Наиболее распространенными в образовательной практике видами кейс-технологий, согласно Г. М. Гаджикурбановой, являются ситуационный анализ, анализ конкретных ситуаций, ситуационные задачи и упражнения, кейс-метод [27].

По мнению Н. В. Зубовой, под кейсом понимается педагогический инструмент, в котором представлено сложное событие, интегрирующее в себе комплекс простых событий. Кейс-технология – это профессионально ориентированная технология обучения, основанная на интегрированном подходе к разрешению ситуационной задачи, представляющей собой описание конкретной ситуации, возникающей в профессиональной деятельности, с явной или скрытой проблемой [34, 46].

Н. В. Жулькова, изучая проблемы формирования универсальных учебных действий учащихся, рассматривает ситуационные задачи, которые могут строиться на предметном содержании, а также носить надпредметный характер. Под ситуационной задачей Н. В. Жулькова понимает средство обучения, включающее совокупность условий, направленных на решение практически значимой ситуации с целью осознанного усвоения учащимися

содержания учебного предмета. Ситуационная задача, согласно Н. В. Жульковой, состоит из описания какой-либо ситуации (реальной или вымышленной) и лично-значимого для учащихся вопроса [44].

По мнению Е. Н. Красиковой кейс-метод является сложной системой, в которую интегрированы другие методы познания – в него входят моделирование, игровые методы, «мозговая атака» и дискуссия. Моделирование заключается в необходимости построения моделей ситуации, игровые методы связаны с представлением вариантов поведения героев ситуации, мозговая атака направлена на генерирование идей относительно ситуации, а дискуссия обусловлена обменом взглядами о проблеме и путях ее решения [63].

М. А. Никитина пишет, что кейс-технологии – группа образовательных технологий, методов и приёмов обучения, основанных на решении конкретных проблем, задач. Кейс-технология представляет собой синтез проблемного обучения, информационно-коммуникативных технологий, метода проектов. Кейс-метод является методом обучения и контроля, использующим описание и анализ реальных экономических и социальных ситуаций [97, с.33].

Таким образом, анализ подходов к описанию характеристик кейс-технологии показывает, что основой этой технологии является постановка и решение некоторой ситуационной задачи. В указанном плане кейс понимается как «случай» (от англ. case – случай, обстоятельство) – яркое описание какого-то проблемного события, которое надо проанализировать и предложить свое решение. Термином «кейс» обозначают совокупность учебных материалов с описанием ситуационной задачи, а сам кейс-метод является методом обучения, использующим описание и анализ ситуаций. Изучение дисциплины осуществляется путем рассмотрения большого количества ситуаций или задач в определенных комбинациях [114].

При этом обучение предполагает не только наличие кейсов, но и методических рекомендаций по их использованию, вопросов для

обсуждения, заданий студентам, дидактических материалов в помощь преподавателю [127].

Использование реальных ситуаций в постановке и описании кейса обеспечивает ряд важных преимуществ данного метода. Так, по мнению Г. М. Гаджикурбановой, в описании ситуации кейса отражается какая-либо практическая проблема, не имеющая однозначных решений. Это обуславливает неопределенность кейса, делает его спорным, провоцирует обучаемых на поиск дополнительной информации, ее анализ, личную интерпретацию, альтернативные решения, их сопоставление и выбор оптимального из них [27].

Обучение с использованием кейсов, по мнению О. Г. Смоляниновой, позволяет студентам приобрести широкий набор разнообразных навыков. Это отличает кейс-задания от задач, которые имеют одно решение, нацелены на изучение и применение лишь отдельных теорий, методов и принципов [127]. Кейс-метод способствует развитию таких практических навыков, как творческое решение проблемы и формирование умения анализа ситуации и принятия решения.

Согласно М. А. Никитиной, использование кейс-метода побуждает студентов к освоению и активному использованию различных методов практической деятельности, близкой к профессиональной, стимулирует применение разнообразных приемов при анализе, оценке и решении конкретных проблем и практических ситуаций. Специфика кейс-метода, заключающаяся в ориентации на конкретные, практические проблемы, позволяет формировать определенные компетенции у студентов посредством повышения мотивации, формирования методологического аппарата применения изученного учебного материала, в том числе его применения в конкретной практической деятельности [98].

М. А. Никитина рассматривает кейс как средство обучения и контроля в условиях компетентностного образования в высшей школе. Кейс, по мнению автора, является неотъемлемой частью успешного формирования

элементов компетентностей будущих специалистов. Кейс-метод, являясь интегративным методом, ориентирован не столько на приобретение конкретных знаний, сколько на формирование умений и навыков мыслительной деятельности, развитие способностей, среди которых особое внимание уделяется способности к обучению, умению перерабатывать большие массивы информации, аналитической деятельности [97].

По мнению М. А. Никитиной кейс-метод может служить средством интеграции теории и практики, является промежуточным этапом между занятиями в аудитории и практикой по специальности. К интегративным методам кейс-метод относится по признаку наличия в кейсах заданий, которые невозможно проанализировать в рамках одной дисциплины, потому что в них содержатся полиаспектные проблемы. Основным преимуществом кейс-метода, согласно М. А. Никитиной, является возможность его применения для формирования и оценки профессиональной компетентности как интегративной личностной характеристики. Для решения ситуаций кейса необходимо применение знаний и навыков из смежных и непрофильных дисциплин, что задает необходимость интеграции компетенций с личностными качествами и мировоззренческими установками [97].

Ф. Р. Бакиева, В. С. Муллакаева отмечают, что процесс решения проблемы, изложенной в кейсе представляет собой творческий процесс познания, подразумевающий коллективный характер познавательной деятельности. Кейс-технология обеспечивает имитацию творческой деятельности студентов по производству известного в науке знания [10].

М. Е. Маньшин, Н. В. Лобанова, Т. К. Смыковская пишут, что кейс-технология позволяет заинтересовать и смотивировать студентов на изучение предмета, способствует активному и осознанному усвоению знаний и умений сбора, обработки и анализа информации, характеризующей различные ситуации, формированию умений применять теоретические знания по предмету как в стандартных, так и в нестандартных жизненных ситуациях. Данная технология способствует развитию различных практических навыков

студентов, поскольку они включаются в процесс творческого решение проблемы, в процесс поиска информации, анализа предложенной ситуации и принятия решения [81].

Анализируя возможности применения кейс-технологии при обучении информатике, М. Е. Маньшин, Н. В. Лобанова и Т. К. Смыковская пишут, что кейс-технология способствует развитию:

1) аналитических умений (умения классифицировать, выделять существенную и несущественную информацию, анализировать, представлять и добывать ее, находить пропуски информации и уметь восстанавливать их);

2) творческих умений (умения выдвигать гипотезы, проводить аналогии, обобщения, генерировать альтернативные решения, которые нельзя найти логическим путем и т.д.);

3) практических умений (умения использовать теоретические знания, методы и принципы при решении практических задач и т.д.);

4) коммуникативных умений (умение вести диалог и полилог, убеждать окружающих, использовать различные формы наглядности, в том числе мультимедийные материалы; работать в больших и малых группах, распределяя роли; защищать собственную точку зрения, убеждать оппонентов и т.д.);

5) социальных умений (умения оценивать поведение людей, определять их характерные особенности; умения слушать, поддерживать дискуссию, аргументировать свою точку зрения, контролировать свое поведение и т.д.);

6) рефлексивных умений (умения проводить рефлексию собственного поведения, самочувствия, своих действий и поступков) [там же].

Какие структурные элементы включает в свой состав кейс как совокупность учебных материалов?

Е. Н. Красикова, опираясь на определение кейса как «умело рассказанную реальную историю, отображающую учебную проблему» (Ю. П. Сурмин и А. И. Сидоренко), выделяет следующие структурные элементы кейса:

1) сюжетную часть (совокупность действий, событий, которые раскрывают содержание кейса);

2) информационную часть (необходимая для анализа кейса информацию);

3) методическую часть (задания по анализу кейса) [63].

И. Х. Багирова, Б. С. Бурыхин включают в структуру кейса:

1) непосредственное описание ситуации;

2) формулировку задания;

3) описание предполагаемого формата представления результата (презентация, эссе, дискуссия, курсовая работа и т.д.);

4) критерий оценки работы [9].

О. В. Берсенева в структуре кейса выделяет следующие компоненты:

1) ситуацию;

2) контекст ситуации (хронологический, исторический аспект ситуации, особенности действия или участников ситуации);

3) комментарий ситуации, представленный автором; вопросы или задания для работы с кейсом, последовательное решение которых ведет к выполнению кейса;

4) приложения (иллюстрации, статистические данные, список рекомендуемой литературы) [18].

А. С. Прутченков рассматривает общие структурные элементы, характеризующие кейс: временная структура кейса (любая ситуация, описанная в кейсе, происходит во временной системе координат; кейс-материал составляется в строгом соответствии с временной структурой, то есть указываются временные рамки, конкретные даты происходивших событий); сюжетная структура кейса (в кейс-материале необходимо наличие четкой сюжетной линии); разъяснительная структура кейса (изложенная в кейсе ситуация должна быть понятна обучаемому до мельчайших подробностей) [113].

Краткая структура кейса, согласно А. С. Прутченкову, включает:



1) введение (название кейса и авторство; название организации, учреждения, органа власти или местного самоуправления, имена и должности персонажей);

2) проблема (краткое описание проблемы, описание структуры проблемной ситуации);

3) материалы для решения указанной проблемы (вопросы и задания, история проблемы и причины ее появления);

4) сценарии решения кейса (возможные альтернативы в решении изучаемой проблемы; постановка задач как для всей группы, так и для ее отдельных участников);

5) методические рекомендации преподавателю [113].

М. И. Ключева, рассматривая коммуникативно-познавательные кейсы, выделяет следующие структурные элементы:

1) сюжетный (общее описание ситуации, дающее представление о ключевых фигурах, задействованных в кейсе, о хронологии событий и т.п.);

2) информационный (содержит факты, воздействующие на проблему, интерпретируя которые, обучающиеся смогут успешнее понять и предугадать развитие событий);

3) методический (содержит рекомендации для преподавателя и обучающихся по разбору кейса);

4) резюмирующий (подробное описание действий, предпринятых для разрешения проблемы, затраченных ресурсов и оценку последствий принятого решения);

5) тренинговый (включает блок упражнений для работы над кейсом);

6) рефлексивный [51].

О. Ю. Михайловой в структуре каждого кейса (учебного, практического, научно-исследовательского) были выделены:

1) сюжетный блок (описание ситуации, позволяющее понять окружение, в котором она развивается);

2) информационный блок (информация, позволяющая правильно понять развитие событий);

3) контрольный блок (задания, позволяющие определить степень осознания студентом рассматриваемой ситуации, его ориентации в изложенном материале);

4) методический блок (рекомендации для студентов по изучению кейса). Как приложения к кейсу рассматриваются методические рекомендации по его внедрению для преподавателя, пакет контрольно-оценочных средств с указанием критериев и показателей отслеживания результата [90].

Д. А. Кириллова пишет, что кейс-задача – единый комплекс, в котором можно выделить три компонента:

1) вспомогательная информация, необходимая для понимания и анализа кейса;

2) описание конкретной ситуации, содержащей проблему;

3) вопросы-задания к кейсу [49].

Таким образом, анализ исследований по проблемам обучения с использованием кейс-метода показал, что большинство авторов в структуру кейса в качестве основных включают такие компоненты, как *описание ситуационной задачи* и *задания к кейсу*. При этом в отдельных случаях в структуре кейса включаются и *дополнительные материалы*, такие, как иллюстрации, статистические данные, список рекомендуемой литературы и др. Наличие таких дополнительных материалов позволяет трактовать кейс не только как «случай», но и как самодостаточный комплект материалов, относящихся к какой-либо ситуации (от англ. case – чехол, дело, корпус, футляр). В наибольшей степени такие материалы востребованы в предметно-ориентированных учебных кейсах, нацеленных на формирование компетенций обучающихся в области математики, естественных и технических наук.

Так, Н. В. Зубова рассматривая возможности кейс-технологии в обучении физике в техническом вузе, рассматривает кейс как описание ситуации и комплекс заданий к нему. Предложенная автором комплексная кейс-технология, основана на постановке проблемы и ее поэтапном разрешении. Кейс включает в себя:

- 1) описание профессионально ориентированной проблемы и формулировка ситуационной задачи;
- 2) необходимую для анализа ситуационной задачи информацию;
- 3) формулировку заданий для организации поэтапной работы студентов по подготовке к решению основной ситуационной задачи [45,46].

Ситуационная задача, согласно Н. В. Зубовой, это задача, которая позволяет студенту осваивать интеллектуальные операции последовательно в процессе работы с ситуацией и информацией о ней: ознакомление – понимание – применение – анализ – синтез – оценка. Обязательным элементом ситуационной задачи является проблемный вопрос [46, с 55].

И. С. Егорова, Е. А. Михалкина, М. Г. Сальникова, Д. А. Кириллова, О. Ю. Михайлова в своих работах описывают возможность применения кейс-метода при обучении математическим дисциплинам.

О. Ю. Михайлова отмечает, что отличительными особенностями учебных кейсов по математике являются:

- 1) рассматриваемая задача часто носит чисто математический характер, не предполагая рассмотрение некоторой жизненной ситуации;
- 2) при всем многообразии путей решения задачи результат его определяется единственным образом.

Учебный кейс должен содержать перечень основных материалов по рассматриваемой проблеме, а также аннотацию с разъяснениями по содержанию, форме представления, особенностям изложения материала [90].

По мнению М. Г. Сальниковой, кейс должен содержать специально подготовленный учебный материал, в котором формулируется содержательная модель кейс-задания и приводится список связанных между

собой подзадач, решение которых приводит к решению поставленной задачи [120].

М. Е. Маньшин, Н. В. Лобанова, Т. К. Смыковская указывают на то что в состав кейса, используемый при подготовке будущих учителей информатики, могут входить пакет учебной литературы, мультимедийный видеокурс, виртуальная лаборатория и обучающие программы, а также электронная рабочая тетрадь (путеводитель по курсу, содержащий рекомендации по изучению учебного материала, контрольные вопросы для самопроверки, тесты, творческие и практические задания) [81].

В комплексный кейс по физике Н. В. Зубова включает ситуационную задачу и учебные физические задачи (познавательно-практические, вычислительные, экспериментальные), решение которых ведет к поэтапному разрешению ситуации. В учебных задачах по физике содержатся указания на средства, необходимые для их решения: *исходные данные о технических объектах и их принципах действия* (студенты собирают эти данные самостоятельно, на основе изучения научно-технической информации); *иллюстрированные наглядные представления технических и демонстрационных средств; экспериментальные данные* (студентам необходимо изучить научную литературу, составить математическую модель решения задачи, провести мысленный эксперимент для получения результата); *видео эксперименты* (видеоролики, описывающие физические явления и процессы с помощью демонстрационных и технических средств) [46].

Ю. А. Максимова, рассматривая возможности применения кейс-метода на уроках информатики, приводит пример практического кейса по информатике, в содержание которого включает ключевое задание с описанием ситуации, уточнение задания (список заданий) с указанием на *программное средство* для решения задачи, а также *справочную информацию об этом программном средстве* [76].

Таким образом, в содержание предметно-ориентированных учебных кейсов авторы включают также указания на необходимые средства для решения ситуационной задачи. При этом в кейс по информатике можно поместить не только эти указания, но и сами необходимые *программные средства и дополнительные материалы* для решения ситуационной задачи.

Опираясь на выделенные нами ранее структурные элементы кейса, а также учитывая специфику кейс-метода применительно к обучению предметным дисциплинам вообще и к информатике в частности, под предметно-ориентированным кейсом по информатике мы будем понимать комплект, в который входят:

- 1) ситуационная задача;
- 2) задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи;
- 3) материалы, необходимые для выполнения заданий;
- 4) программные средства для решения задачи (таблица 3).

Таблица 3

Структура предметно-ориентированного кейса по информатике

<b>Компоненты кейса</b>	<b>Содержание компонентов</b>
ситуационная задача	описание учебной проблемной ситуации, решаемой средствами информатики
задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи	задания или вопросы для организации поэтапного решения основной ситуационной задачи
материалы, необходимые для выполнения заданий	исходные данные, статистические данные, данные для проверки полученных результатов, информационные (справочные) материалы и др.
программные средства для решения задачи	средства информационных технологий, необходимые для решения основной ситуационной задачи

Использование подобных кейсов при обучении информатике должно способствовать повышению мотивации студентов к изучению предмета,

обеспечивая более высокий уровень его предметной подготовки. При этом сам метод ориентирован на формирование умений анализировать информацию, исследовательских умений, умений применять теоретические знания для решения практических задач.

Таким образом, нами описана структура предметно-ориентированного кейса по информатике. Применение таких материалов при обучении информатике требует, однако, описания и процесса реализации кейс-технологии, определения и обоснования логики его реализации.

Анализ исследований по вопросам применения кейс-технологии в учебном процессе показывает, что общую структуру деятельности педагогов и обучаемых можно представить по общим этапам: этап проектирования и разработки кейса и этап применения кейса на учебном занятии и решения кейс-заданий.

Г. М. Гаджикурбанова процесс проектирования кейса разделяет на три этапа:

1) поисковый этап – изучение информационных и временных ресурсов кейса; разработка целей и задач кейса; определение места кейса в системе преподавания дисциплины; выявление реальности, предлагаемой для анализа проблемы и определение типа кейса; структура кейса и способ изложения информации;

2) конструктивный этап – формирование педагогических целей и задач, определение проблемной ситуации; составление содержания кейса; выявление условий развития ситуации; отбор аналитических процедур и разработка методики их применения;

3) технологический этап – разработка способов внедрения кейса в образовательную практику [27].

М. А. Никитина пишет, что обучение с помощью кейс-метода предполагает три основных этапа: подготовительный, исполнительский, рефлексивный. Каждый из этапов детерминирует деятельность обучаемых и преподавателя, что позволяет прогнозировать результаты учебной

деятельности, направленной на развитие компетенций и контролировать успешность формирования компетентности [98].

Так, этап подготовки заключается в постановки цели кейса, определении основных и вспомогательных материалов кейса, разработки сценария занятия и подготовки методических рекомендаций. Исполнительский этап состоит в организации обсуждения кейса, выполнения деятельности по решению проблемы и презентации результатов. Рефлексивный этап работы над кейсом состоит в оценке принятых решений, подведении итогов [там же].

Г. М. Гаджикурбанова определяет следующую последовательность использования кейсов в подготовке студентов:

1) подготовительный (до начала занятий) – отбор учебного материала; формирование проблемы; выделение смысловых опорных пунктов;

2) ознакомительный – ознакомление студентов с ситуацией; изучение проблемы, требующей решения; выявление ключевых вопросов; изучение ситуационного контекста кейса; определение главных действующих лиц; отбор фактов и понятий, необходимых для анализа; выбор метода исследования;

3) аналитический – анализ и обсуждение проблемной ситуации; изучение учебно-методического материала, дополнительной литературы; определение задач, требующих решения; определение ключевых идей, составляющих основу теоретической концепции; соотнесение проблемы с теоретическими идеями; выработка индивидуальных и групповых решений;

4) организационно-коммуникативный – подготовка докладов и сообщений; презентация индивидуальных и групповых решений; дискуссия;

5) рефлексивный – индивидуальная и групповая самооценка решений; проверка индивидуальных и групповых решений студентов;

6) итоговый – принятие коллективного решения; оформление решений и выводов; подведение итогов преподавателем [27].

Результаты исследований разных авторов обращают внимание на то, что применение кейс-технологии возможно, как на этапе обучения, так и на этапе контроля [97, 127]. При этом Е. А. Конова, Г. А. Поллак, рассматривая возможности применения кейс метода при обучении программированию, выделяют следующие виды контролируемых кейсов: классический, учебный, итоговый [58]. Виды контролируемых кейсов, предложенные Е. А. Коновой, Г. А. Поллак, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Виды контролируемых кейсов

	<b>Классический кейс</b>	<b>Учебный кейс</b>	<b>Итоговый кейс</b>
Цель	Приобретение компетенций, контроль приобретенных профессиональных компетенций	Самостоятельное изучение нового материала, контроль степени сформированности общекультурных компетенций	Оценка знаний и умений
Результат	Перечень компетенций	Самостоятельное приобретение знаний и навыков	Совокупная оценка компетентности
Содержание кейса	Тема (тематический раздел), знания которых необходимы для решения задачи, неформальная постановка задачи, рекомендуемые методы решения, требования к форме представления решения	Ссылка на теоретические разделы, вопросы для самопроверки, ссылки на методические указания для решения типовых задач, задания на решение типичных задач, решение нестандартной задачи, представление результатов работы	На основе классического кейса можно построить задания для итогового контроля

Таким образом, анализ литературы по проблеме исследования, а также описанная выше структура предметно-ориентированного кейса по информатике, позволили построить модель реализации кейс-технологии при обучении информатике (рис. 1).





Рис.1. Модель реализации кейс-технологии при обучении информатике

Модель реализации кейс-технологии при обучении информатике включает проектирование предметно-ориентированного кейса, разработку предметно-ориентированного кейса, применение кейса на учебных занятиях и решение кейс-заданий. Рассмотрим подробно каждый из них.

#### *Проектирование предметно-ориентированного кейса*

Основанием для составления предметно-ориентированных кейсов по информатике выступает содержание изучаемой дисциплины, поэтому необходимо провести анализ дисциплины для выделения разделов, содержание которых может служить источником для построения кейсов.

*Разработка предметно-ориентированного кейса* предполагает два этапа.

**Первый этап** – конструирование наборов по каждому компоненту кейса:

1) Набор для компонента «Ситуационная задача» по информатике включает в себя описание содержания проблемных ситуаций.

2) Набор для компонента «Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи» представляет собой описание основных видов заданий, которые формулируются в рамках дисциплины.

3) Набор для компонента «Материалы, необходимые для выполнения заданий» включает в себя описание возможных дополнительных материалов, которые могут быть включены в кейс (исходные данные, статистические данные, данные для проверки полученных результатов, информационные (справочные) материалы и др).

4) Набор для компонента «Программные средства для решения задачи» содержит сами программные средства, которые используются в рамках дисциплины.

**Второй этап** – составление самих кейсов, на основе элементов полученных наборов. Возможные варианты этого процесса представлены на рис. 2.



Рис. 2. Возможные варианты составления кейсов

*Применение кейса на учебных занятиях и решение кейс-заданий* включает в себя следующие этапы:

**подготовительный этап** – ознакомление студентов с кейсом; изучение ситуационной задачи, этапов ее решения, справочных материалов;

**основной этап** – пошаговое решение кейс-заданий, подготовка отчета;

**заключительный этап** – обсуждение полученных решений, формулирование выводов, оценивание работы над кейсом.

Представленная модель реализации кейс-технологии при обучении информатике, в свою очередь, послужила основой для построения модели подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования с применением кейс-технологии (рис. 3).

*Целевой компонент* процесса обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики состоит в формировании их компетентности в области компьютерного моделирования.

*В содержательный компонент* процесса подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования включено содержание курса «Компьютерное моделирование»: математическое моделирование; моделирование стохастических систем; имитационное моделирование; моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация.

*Процессуальный компонент* включает этапы проектирования, разработки, а также применения предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию на лабораторных занятиях и решения кейс-заданий.

1) При проектировании предметно-ориентированного кейса проводится анализ содержания курса «Компьютерное моделирование» для определения блоков содержания, обеспечивающих построение предметных кейсов.

2) Разработка предметно-ориентированного кейса включает формирование наборов по каждому компоненту предметного кейса и создание из элементов этих наборов самих кейсов.

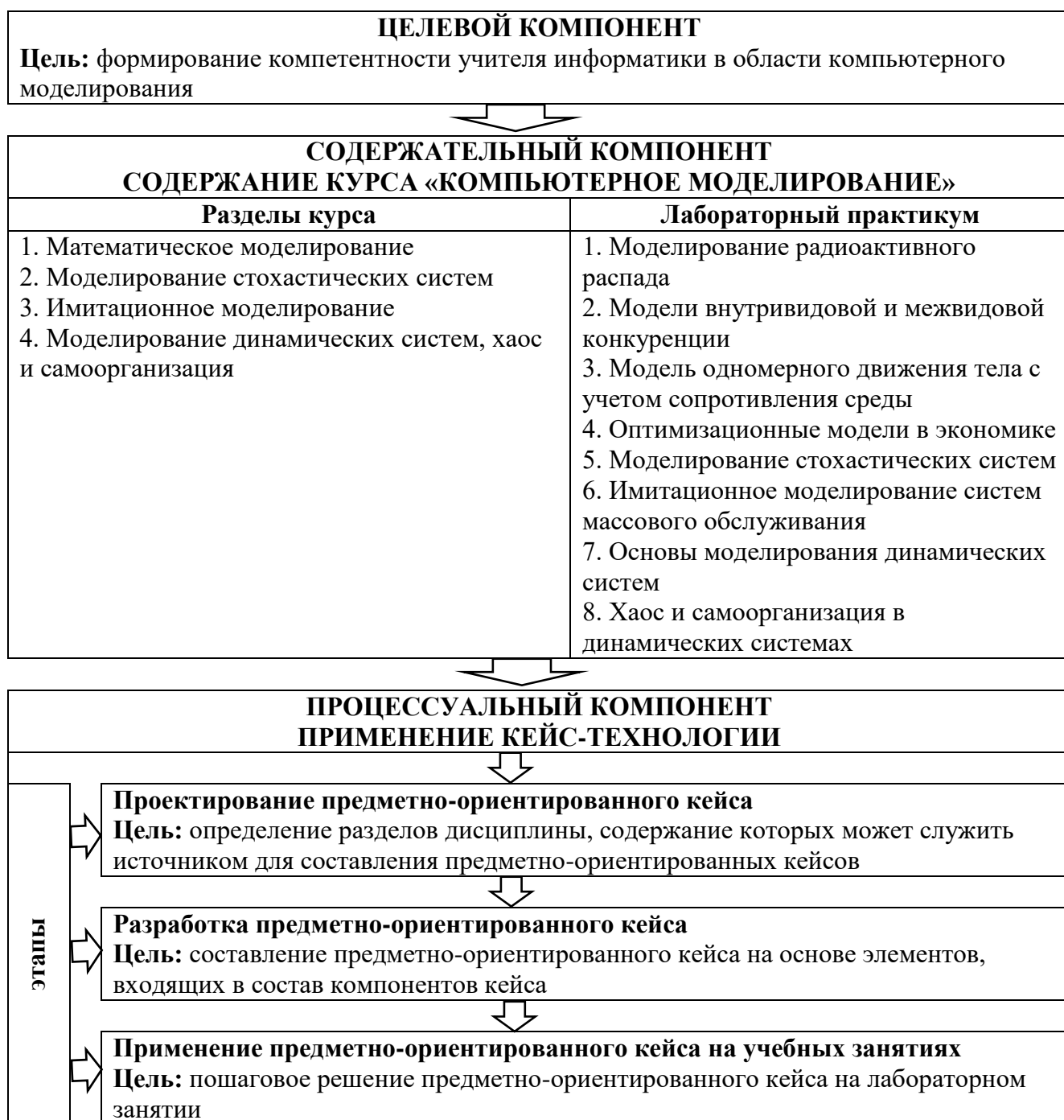


Рис.3. Модель подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования с применением кейс-технологии

Обобщая сказанное выше, структуру предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию можно представить в виде иерархической компонентной модели (рис. 4). В составе такого кейса присутствует как сама ситуационная задача, так и все необходимые средства для ее решения.

3) Применение кейса на учебных занятиях и решение кейс-заданий предполагает пошаговое решение предметно-ориентированного кейса на

лабораторном занятии.



Рис.4. Структура предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию

Таким образом, анализ научно-методической литературы по проблеме исследования, уточнение компонентов предметно-ориентированного кейса применительно к компьютерному моделированию определили теоретические основы применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

### Выводы по первой главе

Подготовка учителя информатики в области компьютерного моделирования предполагает формирование систематизированных знаний в

области компьютерного моделирования, базовых умений и навыков построения и исследования моделей, а также формирование профессиональных и исследовательских компетенций будущего учителя информатики.

Анализ различных подходов к подготовке учителя информатики в области компьютерного моделирования позволяет выделить основные вопросы, формирующие ядро курса: 1) рассмотрение основных понятий теории моделирования и различные подходы к классификации моделей и видов моделирования; 2) изучение различных видов моделей и связей моделирования и системного подхода; 3) изучение инструментальных программных средств моделирования; 4) рассмотрение основ моделирования стохастических систем и имитационного моделирования.

Анализ исследований по проблемам обучения с использованием кейс-технологии показал, что большинство авторов в структуру кейса в качестве основных включают такие компоненты, как *описание ситуационной задачи и задания к кейсу*. При этом в отдельных случаях в структуре кейса включаются и *дополнительные материалы*, такие, как иллюстрации, статистические данные, список рекомендуемой литературы и др. Наличие таких дополнительных материалов позволяет трактовать кейс не только как «случай», но и как самостоятельный комплект материалов, относящихся к какой-либо ситуации. В наибольшей степени такие материалы востребованы в предметно-ориентированных учебных кейсах, нацеленных на формирование компетенций, обучающихся в области математики, естественных и технических наук.

Под предметным кейсом по информатике будем понимать комплект, в который входят:

1) ситуационная задача (описание учебной проблемной ситуации, решаемой средствами информатики);

2) задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи (задания или вопросы для организации поэтапного решения основной ситуационной задачи);

3) материалы, необходимые для выполнения заданий (исходные данные, статистические данные, данные для проверки полученных результатов, информационные (справочные) материалы и др.);

4) программные средства для решения задачи (средства информационных технологий, необходимые для решения основной ситуационной задачи).

В составе предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию присутствует как сама ситуационная задача, так и все необходимые средства для ее решения: задания для организации поэтапного проведения исследования с использованием методов компьютерного моделирования; справочные материалы об инструментальных средствах компьютерного моделирования, данные для проведения эксперимента и др.; необходимые программные средства компьютерного моделирования для построения и исследования модели.

Результаты исследования показали, что модель подготовки учителя информатики с применением кейс-технологии, определяющая структуру и этапы подготовки учителя в области компьютерного моделирования можно представить в виде трех взаимосвязанных компонент: целевого, содержательного и процессуального.

*Целевой компонент* процесса обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики состоит в формировании их компетентности в области компьютерного моделирования.

*Содержательный компонент* процесса подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования – содержание курса «Компьютерное моделирование», включающее следующие направления: математическое моделирование, моделирование стохастических систем,

имитационное моделирование, моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация.

*Процессуальный компонент* включает этапы проектирования, разработки, а также применения предметно-ориентированного кейса по компьютерному моделированию на лабораторных занятиях и решения кейс-заданий.



## **Глава 2. Разработка и обоснование методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики**

### **2.1. Компоненты методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики**

Под методикой применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики, вслед за А. А. Кузнецовым, мы будем понимать совокупность целевого, содержательного и процессуального (методы, средства и организационные формы) компонентов методики обучения [66].

#### **Целевой компонент**

Цель методики – формирование компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования.

Согласно А. В. Хуторскому, компетентность представляет собой состоявшееся личностное качество (характеристика) учителя. При этом компетентность в определенной профессиональной сфере представляет собой владение, обладание соответствующими компетенциями, которые включают совокупность знаний, умений, навыков, способов деятельности необходимых для эффективного осуществления деятельности по отношению к определенному кругу предметов и процессов [141, 142].

А. В. Хуторской предлагает трехуровневую структуру компетентности: ключевые компетенции (относятся к общему (метапредметному) содержанию образования); общепредметные компетенции (относятся к определенному кругу учебных предметов и образовательных областей); предметные компетенции (частные по отношению к двум предыдущим уровням компетенции, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках учебных предметов) [141].

Описывая компетентность учителя информатики в области компьютерного моделирования, мы будем основываться на двухуровневой структуре, включающей в себя предметный и исследовательский компоненты подготовки (таблица 5).

Таблица 5

**Компетентность учителя информатики в области компьютерного моделирования**

<b>Компоненты компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования</b>	<b>Содержание компонентов</b>
Предметный компонент	Способность разрабатывать и применять на практике основные виды математических и имитационных моделей, использовать технологии компьютерного моделирования для построения и исследования моделей, знать основные понятия, принципы, методы и средства аналитического и имитационного моделирования
Исследовательский компонент	Способность планировать и осуществлять собственную исследовательскую деятельность; обосновывать полученные в ходе исследования результаты

**Содержательный компонент**

На основе теоретического анализа, представленного в первой главе, содержательный компонент мы определяем как следующую совокупность разделов: математическое моделирование; моделирование стохастических систем; имитационное моделирование; моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация.

В предлагаемом варианте содержания курса информационное моделирование не выделяется в виде отдельного раздела, поскольку данный вид моделирования и многие информационные модели рассматриваются в других дисциплинах подготовки бакалавров по направлению «Педагогическое образование» (профиль «Информатика»).

## **Математическое моделирование.**

В рамках данного раздела рассматриваются *основные теоретические положения компьютерного моделирования*. Прежде всего, даются определения таких основных понятий, как «модель», «моделирование», «математическое моделирование», «компьютерное моделирование».

Термин «модель» широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений.

Если рассматривать модели как инструмент получения знаний, то понятие «модель» можно определить следующим образом:

Модель (от лат. *modulus* – мера, образец) – это материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект изучения таким образом, что непосредственное исследование модели дает новые знания об объекте изучения [92].

Под моделированием мы понимаем процесс построения, изучения и применения моделей. Главной особенностью моделирования является то, что это метод опосредованного познания, при котором изучаемый объект-оригинал находится в некотором соответствии с другим объектом-моделью, причем модель способна в том или ином отношении замещать оригинал на некоторых стадиях познавательного процесса. Таким образом, процесс моделирования предполагает наличие [129]: 1) объекта исследования; 2) исследователя, перед которым поставлена конкретная задача; 3) модели, создаваемой для получения информации об объекте и необходимой для решения поставленной задачи.

Одной из важных задач курса компьютерного моделирования является формирование системных представлений о различных подходах к классификации моделей.

Вопрос о классификации моделей и видов моделирования является настолько значимым, что ему уделяют большое внимание практически все исследователи и авторы учебных курсов.

Так, В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко [19] предлагают следующие основания для классификации моделей:

- по характеру моделируемой стороны объекта: функциональные (кибернетические), структурные и информационные модели;
- по характеру процессов, протекающих в объекте: детерминированные и стохастические; статические и динамические; дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные модели;
- по способу реализации: абстрактные (мысленные) и материальные модели.

Т. И. Алиев [1] пишет, что модели могут быть классифицированы в зависимости от:

- характера функционирования исследуемой системы: детерминированные и стохастические (или вероятностные) модели;
- характера протекающих в исследуемой системе процессов: непрерывные и дискретные модели;
- степени достоверности исходных данных об исследуемой системе: модели с априорно известными параметрами и модели с неизвестными параметрами;
- режима функционирования системы: стационарные и нестационарные модели;
- назначения: статические (или структурные), динамические (или функциональные) и структурно-функциональные модели;
- способа представления (описания) и реализации: концептуальные (или содержательные), физические (или материальные), математические (или абстрактные) и программные (алгоритмические, компьютерные) модели.

А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер [92] к основным подходам в моделировании относят натурный и абстрактный. В первом из них модель имеет материальное воплощение. Это может быть упрощенное подобие объекта, выполненное из другого материала, в другом масштабе, с отсутствием ряда деталей. Модели такого рода называют *натурными*.

При другом подходе модель задается в абстрактной форме: в виде набора математических формул, словесного описания, мысленных представлений, диаграмм, схем и т.п. Такие модели называются *абстрактными*. Далее авторы продолжают классификацию абстрактных моделей на других уровнях. В предлагаемом варианте построения курса компьютерного моделирования мы в основном будем следовать рассмотренной многоуровневой классификации, с некоторыми уточнениями.

К классам абстрактных моделей, как и большинство авторов (А. В. Могилев, Е. К. Хеннер, Н. И. Пак, В. И. Сафонов и др.) мы относим вербальные (текстовые), математические и информационные. При этом мы уточним определение информационной модели, приведенное в [92], следующим образом: информационной моделью называется знаковая модель, описывающая информационные структуры (например, представление данных или знаний) и/или информационные процессы (получение, передачу, обработку и хранение информации) в системах самой разнообразной природы. Примерами таких моделей могут служить модель ISO/OSI взаимодействия открытых систем, используемая в компьютерных сетях; архитектура фон Неймана (информационная модель компьютера, удовлетворяющего принципам фон Неймана); база данных, хранящая информацию о сотрудниках фирмы. Как видно из приведенного выше определения, мы расширяем определение информационной модели, дающееся в [92], включая в него структурные информационные модели. Это обусловлено тем, что во многих моделях, возникающих в науке и практике, определяющим компонентом является именно описание информационных структур. Так, например, схема транспортной сети города – это, фактически, чисто структурная информационная модель.

Термин «математическое моделирование» достаточно широк, поэтому при рассмотрении математического моделирования практикуется условное разделение его на виды моделирования. Возникающие при этом термины

тракуются по-разному, в зависимости от того, на что делается акцент при работе с моделью.

Часто за основу определения вида моделирования берется вид модели в смысле общей классификации математических моделей, подразделяющей их на аналитические, имитационные и комбинированные [140].

*Аналитической моделью* называется совокупность математических формул и/или логических условий, описывающих связи между параметрами модели.

*Имитационной моделью* называется компьютерная программа, основанная на логико-алгоритмическом описании поведения моделируемого объекта.

*Комбинированной моделью* называется модель, сочетающая в себе элементы как аналитической, так и имитационной модели.

При математическом моделировании описание объекта осуществляется на языке математики, а исследование модели проводится с использованием тех или иных математических методов [4, 92, 73].

Современное математическое моделирование обычно опирается на использование компьютерных технологий. Существуют различные трактовки термина «компьютерное моделирование». Например, А. Л. Королёв [61] под компьютерным моделированием понимает построение модели, которая представляет собой некоторый программный комплекс, алгоритмически описывающий развитие процесса или поведение объекта. Р. Ф. Маликов [79] рассматривает компьютерное моделирование как применение компьютерных технологий решения математических моделей на ЭВМ. Л. А. Бахвалов [15] определяет компьютерное моделирование как метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели.

Таким образом, компьютерное моделирование можно обобщенно рассматривать как процесс моделирования на основе компьютерных технологий. При этом компьютер может использоваться и для решения

аналитической модели, и для имитации поведения моделируемого объекта, и для визуализации результатов моделирования.

При рассмотрении видов моделей нам кажется необходимым четко определить позицию имитационных моделей в приведенной выше классификации абстрактных моделей. Несмотря на то, что имитационные модели имеют серьезное математическое наполнение, они, как нам кажется, занимают промежуточное положение между математическими и информационными моделями. В случае, когда имитация используется при моделировании сложных систем, полное описание моделируемой системы невозможно чисто математическими средствами. При этом основой имитационной модели является алгоритм, который в данном контексте есть понятие более информационное, чем математическое. Таким образом, с нашей точки зрения, имитационные модели не являются чисто математическими. Тем не менее, математика в имитационном моделировании играет настолько большую роль, что это не позволяет отнести эти модели и к чисто информационным.

Следующая часть курса направлена на рассмотрение *этапов математического моделирования*:

- постановка задачи;
- определение целей моделирования (понимание, управление, прогнозирование);
- формализация (определение параметров модели);
- поиск математического описания модели;
- построение математической модели;
- исследование (решение) модели;
- анализ и интерпретация результатов моделирования.

Действия на этапе поиска математического описания модели существенно зависят от вида создаваемой математической модели.

Понятие «решение модели» является одним из центральных в аналитическом моделировании. Этот термин можно понимать в двух

смыслах: и как результат моделирования, и как процесс нахождения этого результата. Данное понятие используется в большинстве курсов моделирования, однако, определение этого термина в них не дается, что приводит к недостаточному пониманию студентами сущности аналитического моделирования и затруднениям при работе с моделями. Поэтому нам кажется целесообразным определить данное понятие (трактуемое как результат моделирования) явным образом.

Опишем подход к определению понятия «решение модели».

В большинстве случаев при построении аналитической модели в результате получаются соотношения, задающие *неявные* взаимосвязи между входными и выходными параметрами. В общем случае такие взаимосвязи можно представить в виде

$$F_1(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k), \dots, F_m(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k) \quad (1)$$

где символы  $F_1, \dots, F_m$  условно обозначают различные математические соотношения, связывающие между собой входные и выходные параметры модели. Основная часть зависимостей  $F_1, \dots, F_m$  обычно является уравнениями разного рода (алгебраическими, дифференциальными, интегральными и т.п.). Построенная в виде (1) модель, чаще всего, непригодна для прямого применения, поскольку для такого применения нужны *явные* зависимости результатов моделирования  $y_1, y_2, \dots, y_k$  от данных величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Поэтому, если аналитическая модель построена в виде (1), то ее необходимо *решить*, то есть найти *явные* зависимости выходных параметров от входных:

$$\begin{cases} y_1 = \Phi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ y_2 = \Phi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ y_k = \Phi_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{cases} \quad (2)$$

Совокупность вида (2) явных зависимостей выходных параметров от входных будем называть *решением модели*.

Поясним сказанное выше на примере модели процесса радиоактивного распада. Результатом моделирования (выходным параметром модели) в этом



случае служит зависимость массы радиоактивного вещества от времени:  $m(t)$ . Входными параметрами модели служат коэффициент радиоактивного распада  $k$  и масса  $m_0$  (в начальный момент времени).

При построении модели в этом случае как раз и получается модель вида (1), в которой связи между входными и выходным параметрами имеют неявный характер:

$$\frac{dm}{dt} = -km, m(0) = m_0.$$

Другими словами, определенные взаимосвязи между параметрами модели получены, но неясно, как  $m(t)$  явно выражается через  $k$  и  $m_0$ . Между тем, именно явная зависимость  $m(t)$  от входных параметров дает то, что требуется для дальнейшего применения модели, то есть, исчерпывающее описание моделируемого процесса. Таким образом, построить модель в данном случае недостаточно, нужно ее еще и *решить*. В нашем случае, решение модели процесса радиоактивного распада, полученное аналитическим путем, имеет вид явной зависимости  $m(t) = m_0 e^{-kt}$ .

Важно также рассмотреть основные методы решения (исследования) аналитических моделей. К ним обычно относят:

- аналитический (при котором решение модели находится в символьном виде, с помощью последовательных преобразований исходных формул);
- численный (при котором решение модели находится с помощью численных методов и имеет приближенный характер);
- качественный (при котором, не имея возможности получить решение модели в целом, ищут хотя бы отдельные свойства этого решения) [140].

При рассмотрении численного метода исследования аналитических моделей важно уделить внимание вопросам достоверности численных моделей. Прежде всего, это обсуждение основных видов ошибок (вычислительные, алгоритмические и логические), возникающих при работе

с численными моделями. При этом важным моментом является рассмотрение основных факторов, влияющих на достоверность вычислений. К ним можно отнести ограничения, возникающие при представлении в ЭВМ действительных чисел с помощью чисел с плавающей точкой; обусловленность задач; устойчивость вычислительных алгоритмов (см., например, [139]).

Далее нужно рассмотреть примеры задач компьютерного моделирования из различных областей знания (физики, экологии, экономики и др.) (см., например, [92], [6], [7]) и привести различные подходы к классификации математических моделей.

Особое место в курсе моделирования, с нашей точки зрения, занимает системный подход, так как, с одной стороны, данный подход составляет методологическую основу моделирования, а с другой — моделирование является важнейшим инструментальным средством изучения объектов как систем [61, 129, 94].

Обсуждение системного подхода в моделировании начинается с рассмотрения основных понятий (система, процедура определения системы, элемент системы, системообразующий фактор, подсистема, структура системы, состояние системы, поведение системы) и основных принципов (целостность, эмерджентность, структурность, иерархичность, целеполагание) теории систем и системного анализа. Далее приводятся различные подходы к классификации систем. Отмечается, что при системном подходе для моделирования системы необходимо сначала определить систему (выделить ее из внешней среды), а затем разработать модель системы и модель ее взаимодействия с внешней средой. При построении же модели объекта с системных позиций требуется провести его системный анализ (из каких элементов и подсистем состоит объект, как эти элементы взаимодействуют между собой, как происходит взаимодействие объекта и окружающей среды и т.п.) [61].

## **Моделирование стохастических систем (статистическое моделирование).**

Раздел направлен на рассмотрение особенностей моделирования стохастических систем.

Прежде всего, здесь важно напомнить такое понятие, как «случайная величина» (дискретная и непрерывная), а также основные законы распределения и характеристики случайных величин. Далее нужно рассмотреть один из основных инструментов изучения стохастических систем – метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Затем обсуждаются моделирование базового распределения случайных чисел, моделирование случайных испытаний, а также основные подходы к моделированию дискретных и непрерывных случайных величин.

### **Имитационное моделирование.**

Данный раздел посвящен подробному рассмотрению указанного вида моделирования. Прежде всего, необходимо обсудить основные подходы, используемые в имитационном моделировании (см., например, [79]). Здесь выделяется четыре подхода:

- моделирование динамических систем;
- дискретно-событийное моделирование;
- агентное моделирование;
- системная динамика Форрестера.

Далее проводится классификация и дается обзор основных программных пакетов имитационного моделирования (см., например, [74], [78], [79], [91], [20], [101]).

Следующая часть курса направлена на формирование такого важного для имитационного моделирования понятия, как «модельное время».

Модельное время – величина, обеспечивающая имитацию параллельно протекающих в моделируемой системе событий на конечном множестве моментов времени. Используются следующие способы формирования модельного времени:

- пошаговый (при котором время изменяется с постоянным шагом);
- по-событийный (при котором интервалы времени определяются происходящими в системе событиями) [1, 73, 140].

Далее нужно обсудить основные этапы имитационного моделирования (см., например, [140], [73]):

- 1) формулировка проблемы и определение целей моделирования;
- 2) разработка концептуальной модели;
- 3) формализация модели;
- 4) программная реализация имитационной модели;
- 5) верификация имитационной модели;
- 6) планирование и проведение имитационных экспериментов;
- 7) анализ результатов моделирования.

В заключительной части раздела рассматривается моделирование систем массового обслуживания (см., например, [103], [118], [119]).

### **Моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация.**

Раздел посвящается моделированию динамических систем на основе их фазового описания. Под динамической системой обычно понимается объект, для которого однозначно определено понятие состояния (как совокупности некоторых величин в данный момент времени) и задан закон, описывающий эволюцию объекта, начиная от некоторого начального состояния [143]. Однако при этом, чаще всего, предполагается непрерывность хода времени в рассматриваемой системе, что с нашей точки зрения приводит к некоторому сужению понятия динамической системы. Поэтому в нашем курсе в это понятие включаются и системы с дискретным временем.

Введение данного раздела в курс моделирования представляется нам целесообразным, поскольку позволяет обеспечить целостное представление о динамических моделях и современных проблемах моделирования. Хотя в первом разделе курса уже затрагиваются модели динамических систем, там они выступают как инструмент формирования базовых понятий

моделирования и освоения основных действий с моделями. Целью же данного раздела является формирование представления об общих принципах описания систем вне зависимости от их природы, то есть о роли моделирования как универсального метода познания. Кроме того, по нашему мнению, учебный курс должен отражать наиболее актуальные тенденции в соответствующей области науки, а поскольку теория (нелинейных) динамических систем (см., например, [146], [72]) является одним из важнейших разделов современного моделирования [143, 72], то она должна быть представлена в составе дисциплины «Компьютерное моделирование». Важным представляется также рассмотрение в рамках курса таких фундаментальных общенаучных понятий, как «хаос» и «самоорганизация», а также взаимосвязей между ними.

Изложение материала раздела целесообразно начать с уточнения понятия динамической системы и рассмотрения фазового описания динамических систем, включающего понятия фазовой точки, фазового пространства, фазовой траектории, фазового портрета системы. При этом приводятся примеры динамических систем, и проводится анализ фазовых портретов этих систем. Здесь последовательно рассматриваются гармонический осциллятор, нелинейный осциллятор, маятник с затуханием, осциллятор ван дер Поля. Эти примеры позволяют ввести такие важные для динамических систем понятия, как «точка равновесия» (особая точка) и «притягивающее множество» (аттрактор), а также классифицировать динамические системы по видам их аттракторов. Кроме того, здесь решается задача формирования у студентов умения анализировать и описывать поведение динамической системы по ее фазовой траектории.

Далее требуется сформировать представление о качественном исследовании поведения динамических систем в зависимости от их внешних управляющих параметров. При этом важно обратить внимание на понятие бифуркации.

В заключительной части курса необходимо обсудить явления хаоса и самоорганизации в нелинейных динамических системах. Изложение здесь в значительной мере основывается на книге [143]. Сначала рассматриваются причины возникновения хаотического поведения системы, и подчеркивается, что такое поведение не является ни следствием случайного воздействия, ни следствием бесконечного числа степеней свободы системы. На этой основе динамический (детерминированный) хаос отделяется от стохастического. Отмечается, что причина появления хаотических режимов в детерминированных системах лежит в нелинейной природе динамической системы и в свойстве ее неустойчивости, проявляющемся в быстром экспоненциальном разбегании первоначально близких фазовых траекторий. Указывается, что хаосу трудно дать математически строгое определение, но можно выделить характерные признаки этого явления, например, фрактальный характер фазовой траектории системы. Эти положения можно проиллюстрировать конвективной моделью Лоренца, в которой возникает фрактальный (так называемый «странный») аттрактор [71, 143].

Далее нужно отметить, что если нелинейная система достаточно сложна, то она в своей эволюции обязательно проходит через чередующиеся этапы устойчивого и хаотического развития. Тем самым, мотивируется рассмотрение явления самоорганизации – фундаментального процесса, состоящего в возникновении определенной структуры в системе, первоначально находящейся в хаотическом состоянии. Необходимо привести примеры этого явления, а также обсудить условия его возникновения.

В заключение важно обратить внимание, что чередование хаоса и самоорганизации, о котором говорилось выше, закономерно для сложных нелинейных систем, то есть, этапы хаотического поведения для них неизбежны. Таким образом, изучение математических моделей хаоса учит относиться к нему не как к катастрофе, а как к естественному природному явлению. Кроме того, сценарии перехода от порядка к хаосу и обратно

поддаются классификации. Тем самым, все многообразие процессов в природе и обществе распадается на небольшое число качественно подобных.

Структура содержания курса «Компьютерное моделирование» представлена на схеме 2.

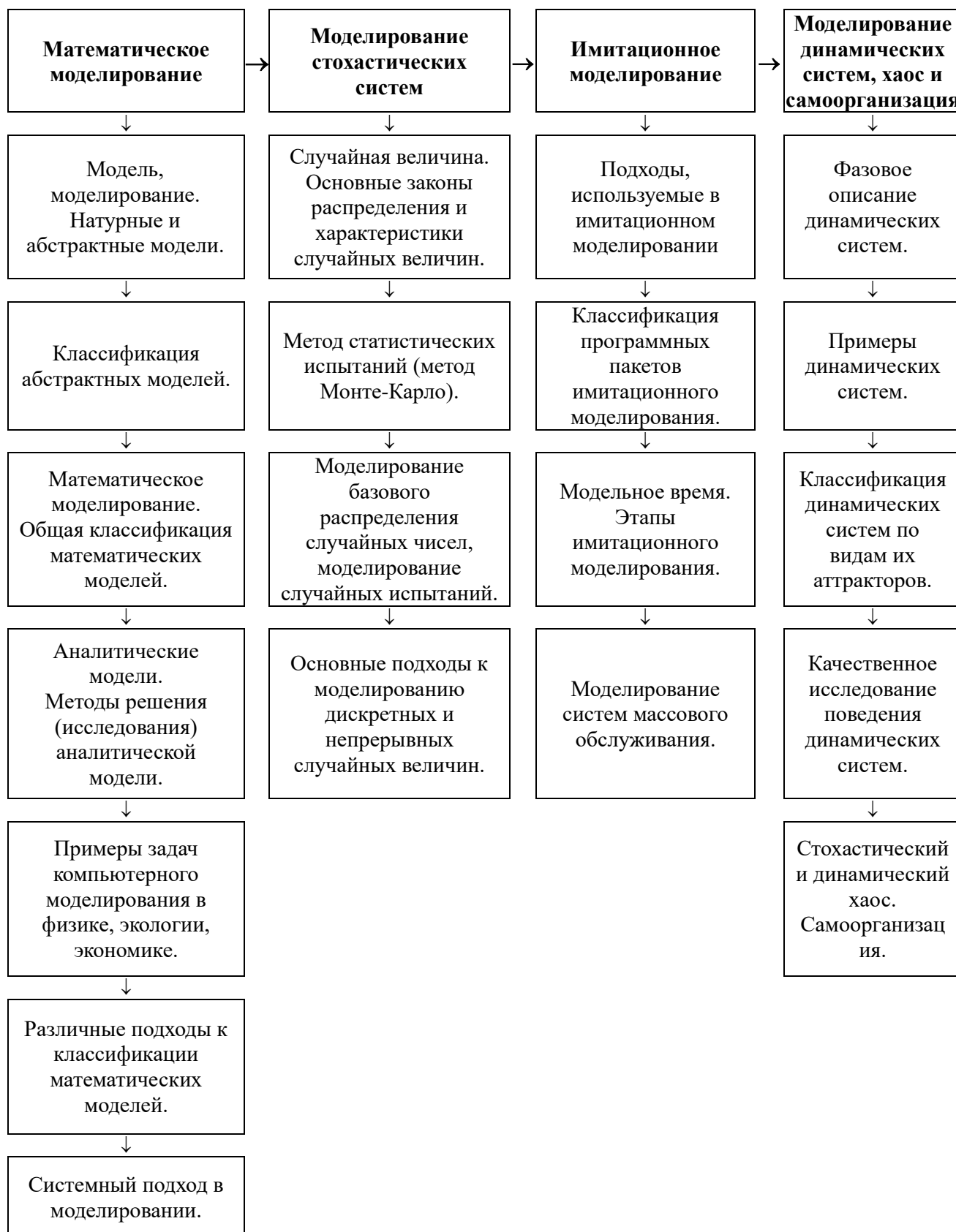


Схема 2. Структура содержания курса «Компьютерное моделирование»

## Процессуальный компонент

В основу определения процессуального компонента методики положена описанная в параграфе 1.2 модель реализации кейс-технологии при обучении информатике.

Опишем этапы реализации кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

### **1 этап – проектирование предметно-ориентированного кейса.**

Цель – выделить разделы дисциплины, содержание которых может служить источником для составления предметно-ориентированных кейсов.

На основе анализа содержания курса «Компьютерное моделирование» определяются блоки содержания, обеспечивающие построение предметно-ориентированных кейсов (таблица 6).

Таблица 6

Блоки содержания, обеспечивающие построение кейсов

Разделы содержания	Содержание лабораторных занятий
Математическое моделирование	Численное математическое моделирование детерминированных процессов
	Построение, численное исследование и визуализация аналитической модели
	Исследование аналитических моделей
	Линейные оптимизационные модели в экономике
Моделирование стохастических систем	Метод Монте-Карло
Имитационное моделирование	Системная динамика Форрестера
	Агентное моделирование
	Дискретно-событийное моделирование
Моделирование динамических систем	Моделирование динамических систем на основе фазового описания
	Моделирование хаотического поведения нелинейных динамических систем на основе фазового описания

### **2 этап – разработка предметно-ориентированного кейса.**

Цель – составить предметно-ориентированный кейс на основе элементов, входящих в состав компонентов кейса. Процесс разработки



ориентированного кейса включает в себя следующие процедуры (ПР-п, где п – это номер процедуры):

**ПР-1.** Конструирование наборов по каждому компоненту предметно-ориентированного кейса.

Так, элементами компонента «*Ситуационная задача*» являются задачи, рассматриваемые в курсе компьютерного моделирования. Мы выделили следующие виды задач: 1) исследование заданной аналитической модели; 2) построение и исследование моделей (аналитических и имитационных) (таблица 7).

Таблица 7

Виды задач, предлагаемых в курсе «Компьютерное моделирование»

Виды задач	Модель ситуационной задачи
Исследование заданной аналитической модели	Описание заданной аналитической модели (аналитическая модель, входные и выходные параметры модели), проблемный вопрос.
Построение и исследование моделей (аналитических и имитационных)	Описание проблемы исследования, на основе которой формулируется задача исследования, включающая в себя описание объекта моделирования.

Набор элементов компонента «*Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи*» формируется на основе основных формулировок заданий, используемых в курсе компьютерного моделирования (таблица 8).

Таблица 8

Группы заданий по компьютерному моделированию

Группы заданий	Формулировки заданий
Аналитические модели и методы их исследования	исследовать аналитическую модель аналитическим методом
	построить аналитическую модель процесса
	разработать численную (компьютерную) модель процесса
	реализовать численное аналитическое моделирование процесса

	провести вычисления по заданным входным параметрам модели и обосновать достоверность полученных результатов
	с помощью численного эксперимента с моделью определить степень влияния входных параметров модели на ход моделируемого процесса
	для проверки гипотезы исследования провести численный эксперимент с моделью
	провести анализ результатов моделирования
	определить оптимальное значение выходного параметра модели при заданных ограничениях
Имитационные модели и их исследование	провести имитационное моделирование системы
	построить и исследовать имитационную модель системы
	определить значения параметров системы, при которых происходит качественное изменение ее поведения
	определить вид притягивающего множества (аттрактора) для фазовой траектории динамической системы
	провести моделирование случайного процесса методом Монте-Карло и найти вероятность заданного события, связанного с этим процессом

Элементами компонента «*Материалы, необходимые для выполнения заданий*» являются теоретические сведения об объекте исследования, справочные материалы о численных методах, справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования, исходные данные и данные для эксперимента (таблица 9).

Таблица 9

Необходимые материалы, входящие в состав кейса

<b>Наборы необходимых материалов</b>	<b>Описание</b>
Информационные материалы	Теоретические сведения об объекте исследования
	Справочные материалы о численных методах
	Справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования
Данные	Исходные данные
	Данные для эксперимента

Составление набора элементов компонента «Программные средства для решения задачи» основывается на программном обеспечении, используемом в преподавании компьютерного моделирования. В качестве таких средств выступают: системы программирования, системы компьютерной математики, системы компьютерного моделирования, табличные процессоры офисных пакетов (таблица 10) [93, 61, 32].

Таблица 10

Средства компьютерного моделирования

Разделы содержания	Программные средства
Математическое моделирование	Система компьютерной алгебры Maxima
	Система программирования Turbo Delphi
	Система моделирования MVS (Model Vision Studium)
	Табличный процессор OpenOffice.org Calc
Моделирование стохастических систем	Система программирования Turbo Delphi
Имитационное моделирование	Система имитационного моделирования GPSS World
	Система имитационного моделирования AnyLogic PLE
Моделирование динамических систем	Система компьютерной алгебры Maxima
	Система имитационного моделирования AnyLogic PLE

**ПР-2.** Составление самих предметно-ориентированных кейсов, на основе элементов полученных наборов.

В рамках данной процедуры реализуется построение предметно-ориентированного кейса на основе сформированных наборов элементов для каждого компонента кейса. Кейс оформляется в форме текстового документа на печатной или электронной основе со ссылками на приложения – исходные данные, справочные материалы, программные средства и др.

**3 этап – применение предметно-ориентированного кейса на учебных занятиях.**

Цель – пошаговое решение предметно-ориентированного кейса на лабораторном занятии. Данный этап включает в себя следующие процедуры

(ПП-*n*, где *n* – это номер процедуры):

**ПП-1.** Изучение предметно-ориентированного кейса – проведение анализа и обсуждение ситуационной задачи; изучение кейс-заданий, требующих выполнения; изучение справочных материалов.

Результатом для данной процедуры является описание объекта исследования, формулировка цели и гипотезы исследования.

**ПП-2.** Выполнение кейс-заданий.

Результатом реализации данной процедуры является построение компьютерной модели и проведение эксперимента.

**ПП-3.** Обсуждение полученных решений и подведение итогов.

В рамках данной процедуры предусматривается проведение анализа результатов эксперимента с моделью, а также формулирование выводов. Итогом реализации процедуры является подготовка отчета, включающего в себя результаты решения предметно-ориентированного кейса.

Элементы процессуального компонента методики представлены на схеме 3.

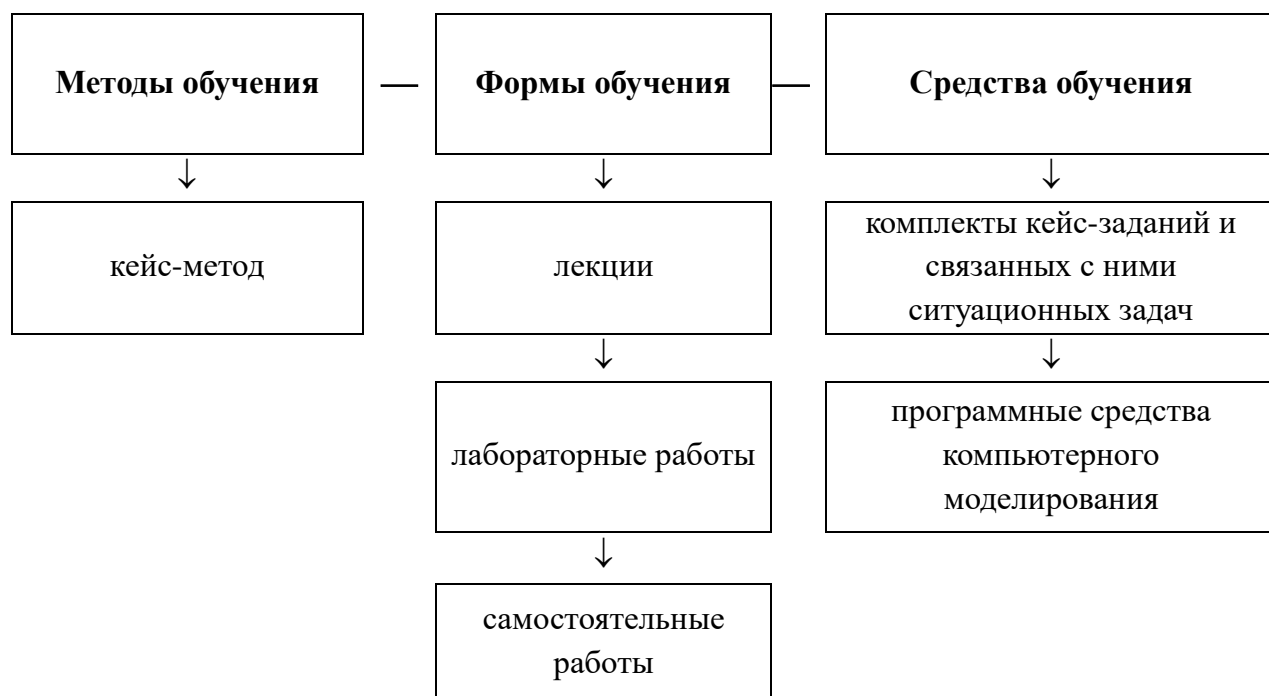


Схема 3. Процессуальный компонент

В нашем исследовании в основе диагностики уровня сформированности компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования лежат показатели сформированности составляющих компонентов компетентности (таблица 11).

Таблица 11

Структура компонентов компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования в терминах «знать», «уметь», «владеть»

Формируемые компоненты	Показатели		
	Знать	Уметь	Владеть
Предметный	основные понятия моделирования; различные классификации моделей; примеры моделей в различных областях науки и практики; основы использования системного подхода в моделировании; основные подходы к моделированию стохастических систем; основные понятия и принципы имитационного моделирования	разрабатывать и анализировать модели в различных областях деятельности; использовать основные методы аналитического и имитационного моделирования; использовать современные программные средства компьютерного моделирования	навыками разработки и анализа моделей; навыком проведения вычислительного эксперимента; представлениями об организации имитационного эксперимента; представлениями о моделировании динамических систем; представлениями о явлениях хаоса и самоорганизации

Исследовательский	структуру и этапы исследования; основные классы инструментальных средств компьютерного моделирования; основные методы визуализации результатов моделирования	выдвигать гипотезу исследования; определять цель исследования; использовать информационные технологии в процессе проведения исследования	навыком определения проблемы (темы) исследования; навыком организации и проведения эксперимента для проверки или опровержения гипотезы; навыком проведения анализа результатов исследования; навыком формулирования выводов
-------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Уровни сформированности компонентов компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования представлены в таблице 12.

Таблица 12

Уровни сформированности компонентов компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования

Уровни сформированности компонентов	Характеристика уровня сформированности компонента в терминах «знает», «умеет», «владеет»	Основные признаки сформированности уровня
<b>Предметный компонент</b>		
<b>Низкий (базовый) уровень</b>	<b>Знает:</b> 1) основные понятия моделирования; 2) различные классификации моделей; 3) примеры моделей в различных областях науки и практики; 4) основы использования системного подхода в	✓ имеет представление об основных понятиях компьютерного моделирования («модель», «моделирование», «математическое моделирование», «компьютерное моделирование»), может привести примеры

	<p>моделировании;</p> <p>5) основные подходы к моделированию стохастических систем;</p> <p>6) основные понятия и принципы имитационного моделирования</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>1) разрабатывать и анализировать модели в различных областях деятельности;</p> <p>2) использовать основные методы аналитического и имитационного моделирования;</p>	<p>моделей из различных областей деятельности;</p> <p>имеет представление об основных этапах и средствах имитационного моделирования</p> <p>✓ способен разработать компьютерную модель на основе готовой аналитической модели по четко заданному алгоритму, провести численный эксперимент</p>
<b>Средний (продвинутый) уровень</b>	<p>3) использовать современные программные средства компьютерного моделирования</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>1) навыками разработки и анализа моделей;</p> <p>2) навыками проведения вычислительного эксперимента;</p> <p>3) представлениями об организации имитационного эксперимента</p> <p>4) представлениями о моделировании динамических систем</p> <p>5) представлениями о явлениях хаоса и самоорганизации</p>	<p><i>кроме перечисленных выше включает следующие признаки:</i></p> <p>✓ может привести различные классификации моделей; владеет представлениями об использовании системного подхода в моделировании; владеет представлениями о методе Монте-Карло и моделировании случайных испытаний</p> <p>✓ способен построить аналитическую и имитационную модель; провести анализ результатов моделирования</p>
<b>Высокий (превосходный) уровень</b>		<p><i>кроме перечисленных выше включает следующие признаки:</i></p> <p>✓ умеет применять системный подход при анализе предметной области моделирования; владеет представлениями об основных подходах к моделированию дискретных и непрерывных случайных</p>

		<p>величин; владеет представлениями о взаимосвязи явлений хаоса и самоорганизации в динамических системах</p> <p>✓ способен построить аналитическую и имитационную модель с использованием различных средств компьютерного моделирования; провести моделирование динамических систем на основе фазового описания</p>
<b>Исследовательский компонент</b>		
<b>Низкий (базовый) уровень</b>	<p><b>Знает:</b></p> <p>1) структуру и этапы исследования;</p> <p>2) основные классы инструментальных средств компьютерного моделирования;</p> <p>3) основные методы визуализации результатов моделирования</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>1) выдвигать гипотезу исследования;</p> <p>2) определять цель и задачи исследования;</p> <p>3) использовать информационные технологии в процессе проведения исследования</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>1) навыком определения проблемы исследования;</p> <p>2) навыком организации и проведения эксперимента для проверки или опровержения гипотезы;</p> <p>3) навыком проведения</p>	<p>✓ имеет представление об основных этапах исследования</p> <p>✓ способен на основе готового описания объекта исследования сформулировать цель исследования; исследовать модель с помощью предложенного пакета компьютерного моделирования; провести эксперимент на основе предложенных данных</p>
<b>Средний (продвинутый) уровень</b>	<p>исследования;</p> <p>3) использовать информационные технологии в процессе проведения исследования</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>1) навыком определения проблемы исследования;</p> <p>2) навыком организации и проведения эксперимента для проверки или опровержения гипотезы;</p> <p>3) навыком проведения</p>	<p><i>кроме перечисленных выше включает следующие признаки:</i></p> <p>✓ может провести визуализацию результатов моделирования</p> <p>✓ способен исследовать модель с использованием различных средств компьютерного моделирования; организовать и провести эксперимент; провести</p>



	анализа результатов исследования;	анализ и интерпретацию результатов эксперимента
<b>Высокий (превосходный) уровень</b>	4) навыком формулирования выводов	<i>кроме перечисленных выше включает следующие признаки:</i> ✓ может выбрать инструментальное средство компьютерного моделирования для проведения исследования ✓ способен на основе анализа проблемы провести описание объекта исследования, четко сформулировать гипотезу исследования; провести анализ результатов исследования; обосновать выводы

Таким образом, нами представлены компоненты методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

## **2.2. Опытнo-экспериментальная работа по оценке эффективности методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики**

Опытнo-экспериментальная работа проводилась в период с 2014 года по 2018 год на факультете математики, информатики и физики Волгоградского государственного социально-педагогического университета в ходе подготовке бакалавров по направлению «Педагогическое образование» профилям «Информатика»; «Математика», «Информатика»; «Информатика», «Физика».

Опытнo-экспериментальная работа включала три этапа эксперимента: констатирующий, поисковый и формирующий.

**Констатирующий этап эксперимента** осуществлялся в период с 2014 по 2015 годы.

Целью данного этапа являлось выяснение уровня сформированности знаний и умений в области компьютерного моделирования у будущих учителей информатики.

Для выявления уровня сформированности знаний и умений в области компьютерного моделирования проводилось тестирование, где были предложены задания по каждому разделу курса компьютерного моделирования. Тестирование, состоящее из 30 вопросов, было направлено на проверку знаний основных понятий моделирования как метода познания, этапов компьютерного математического моделирования, различных классификаций моделей, примеров моделей из различных областей знания, умения разрабатывать модели, и включало материал по темам: 1) модели и моделирование; 2) классификации математических моделей; 3) численное математическое моделирование; 4) моделирование в физике и экологии; 5) имитационное моделирование; 6) моделирование стохастических систем; 7) элементы теории систем и системного анализа (приложение 1). Каждое верное задание оценивалось в один балл. Каждый студент мог набрать от 1 до 30 баллов.

В тестировании участвовали бакалавры 4 курса по направлению «Педагогическое образование» (профиль «Информатика») и бакалавры 5 курса по направлению «Педагогическое образование» (профили «Математика» и «Информатика», «Информатика» и «Физика»). Результаты выполнения тестовых заданий представлены в таблице 13 и на рис.5.

Таблица 13

Результаты тестирования бакалавров по направлению «Педагогическое образование»

<b>Результаты</b>	<b>2014 г.</b>	<b>2015 г.</b>
1-13 баллов	23%	15%
14-19 баллов	33%	20%
20-27 баллов	44%	55%
28-30 баллов	0%	10%

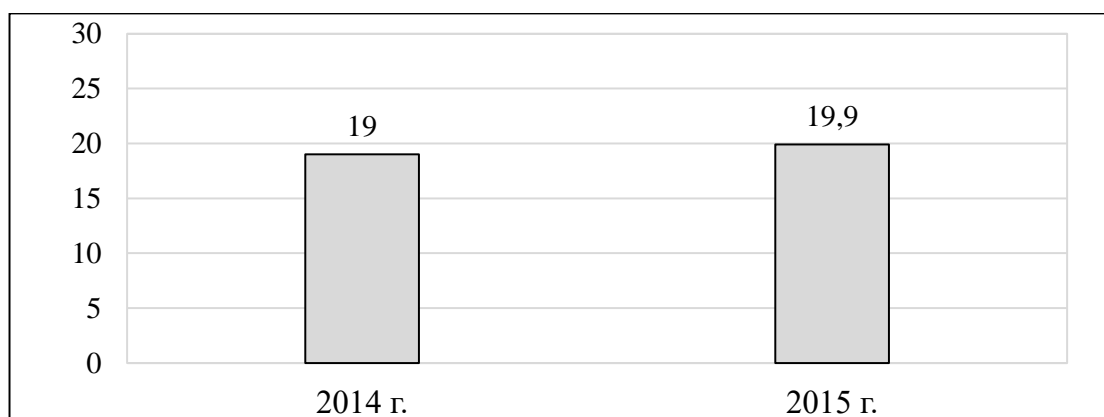


Рис. 5. Средний показатель (балл) выполнения тестовых заданий

Результаты выполнения тестовых заданий показали, что большое количество бакалавров (53,3%) имеют представление об основных понятиях компьютерного моделирования, демонстрируют знания основных понятий и основных принципов теории систем и системного анализа, владеют представлениями об основных понятиях и принципах имитационного моделирования. В то же время у бакалавров возникают затруднения с: определением этапов компьютерного математического моделирования, отнесением заданной модели к классу в какой-либо классификации моделей, построением моделей.

Таким образом, полученные данные в ходе констатирующего этапа эксперимента позволили сделать вывод, что уровень освоения содержания «Компьютерное моделирование» будущими учителями информатики недостаточно высок.

Выявленные проблемы определили необходимость в разработке методической системы формирования компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования.

**Поисковый этап эксперимента** проводился в 2016 году.

На поисковом этапе осуществлялась апробация разрабатываемой методики.

В ходе поискового этапа эксперимента при реализации методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному

моделированию будущих учителей информатики были разработаны предметно-ориентированные кейсы для курса «Компьютерное моделирование» на основе сформированных наборов для каждого компонента кейса (параграф 1.2).

Приведем пример построения предметно-ориентированного кейса для выполнения лабораторной работы «Моделирование радиоактивного распада».

Компонент «Ситуационная задача» (схема 4).

Вид задачи	Исследование заданной аналитической модели
↓	
Модель ситуационной задачи	Описание заданной аналитической модели (аналитическая модель, входные и выходные параметры модели), проблемный вопрос
↓	
описание аналитической модели	$\frac{dm}{dt} = -km, m(0) = m_0$ <p><i>Входные параметры модели:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициент радиоактивного распада <math>k</math></li> <li>• масса <math>m_0</math> (в начальный момент времени)</li> </ul> <p><i>Выходной параметр модели:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• зависимость массы радиоактивного вещества от времени: <math>m(t)</math></li> </ul>
проблемный вопрос	Как будет изменяться во времени масса радиоактивного вещества, если известны масса вещества в начальный момент времени и коэффициент радиоактивного распада?

Схема 4. Формулировка учебной проблемной ситуации

Компонент «Задания, выполнение которых приводит к решению

поставленной задачи» (схема 5).

Группа заданий	Аналитические модели и методы их исследования
↓	
Формулировки заданий	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) реализовать численное аналитическое моделирование процесса</li> <li>2) провести вычисления по заданным входным параметрам модели и обосновать достоверность полученных результатов</li> <li>3) с помощью численного эксперимента с моделью определить степень влияния входных параметров модели на ход моделируемого процесса</li> </ol>

Схема 5. Выбор заданий для организации поэтапного решения учебной проблемной ситуации

Компонент «Материалы, необходимые для выполнения заданий» (схема 6).

Наборы необходимых материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Информационные материалы</li> <li>2. Данные</li> </ol>
↓	
Описание	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Справочные материалы о численных методах</li> <li>2. Данные для эксперимента</li> </ol>
↓	
справочные материалы о численных методах	метод Рунге-Кутта
данные для эксперимента	<ul style="list-style-type: none"> <li>• значения коэффициента радиоактивного распада</li> <li>• значения начальной массы</li> </ul>

Схема 6. Выбор материалов, необходимых для выполнения заданий

Компонент «Программные средства для решения задачи» (схема 7).

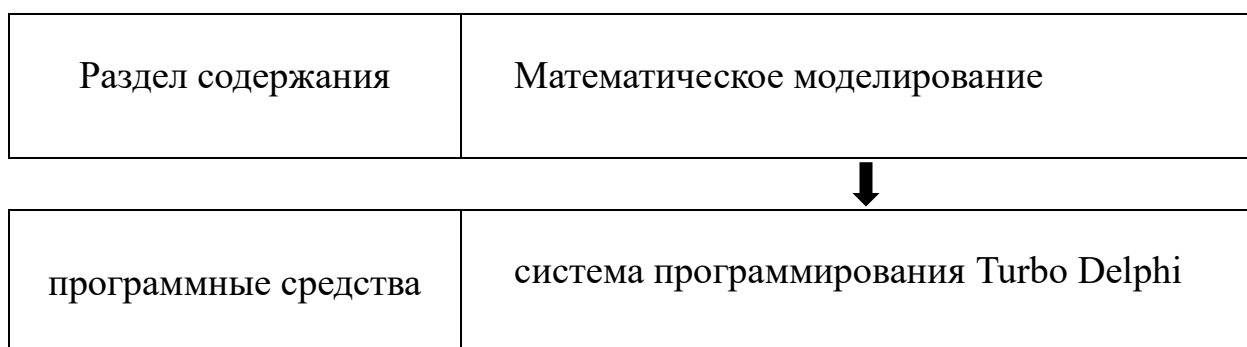


Схема 7. Выбор программного средства компьютерного моделирования

### Кейс «Модель процесса радиоактивного распада»

**Ситуационная задача:** Как будет изменяться во времени масса радиоактивного вещества, если известны масса вещества в начальный момент времени и коэффициент радиоактивного распада?

Для моделирования процесса радиоактивного распада можно использовать следующую модель:

$$\frac{dm}{dt} = -km, m(0) = m_0.$$

Входные параметры модели:

- коэффициент радиоактивного распада  $k$ ;
- масса  $m_0$  (в начальный момент времени).

Выходной параметр модели:

- зависимость массы радиоактивного вещества от времени:  $m(t)$ .

**Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи:**

1. Реализовать численное аналитическое моделирование процесса радиоактивного распада, провести вычисления по заданным входным параметрам модели ( $k = 3$ ,  $m_0 = 5$ ) и обосновать достоверность полученных результатов.

2. С помощью численного эксперимента с моделью определить степень влияния входных параметров модели на ход моделируемого процесса.

**Материалы, необходимые для выполнения заданий:**

1) Справочные материалы о численных методах

Решение дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты

Пусть дано дифференциальное уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

с начальными данными  $y(x_0) = y_0$  на отрезке  $[x_0, x_d]$ .

Формулы Рунге-Кутты для его решения имеют вид:

отрезок  $[x_0, x_d]$  разбит на  $d$  частей;

$$h = \frac{x_d - x_0}{d} \text{ - шаг интегрирования;}$$

при  $n = 0, 1, 2, \dots, d - 1$  вычислить:

$$x_{n+1} = x_n + h;$$

$$K_1 = hf(x_n, y_n);$$

$$K_2 = hf\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}K_1\right);$$

$$K_3 = hf\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}K_2\right);$$

$$K_4 = hf(x_n + h, y_n + K_3);$$

$$K = \frac{K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4}{6};$$

$$y_{n+1} = y_n + K.$$

2) Данные для эксперимента (к заданию 2)

**Таблица 1. Значения коэффициента радиоактивного распада**

№ п/п	Коэффициент радиоактивного распада ( $k$ )	Начальная масса ( $m_0$ )
1	1	10
2	1,5	
3	1,9	
4	2	
5	2,5	

**Таблица 2. Значения начальной массы**

№ п/п	Коэффициент радиоактивного распада ( $k$ )	Начальная масса ( $m_0$ )
1	1,5	4
2		6
3		7
4		8
5		10

***Программные средства для решения задачи:***

Система программирования Turbo Delphi.

***Результаты исследования представить в виде отчета, который включает:***

- 1) постановку задачи моделирования;
- 2) формулирование цели и гипотезы исследования;
- 3) компьютерную модель;
- 4) описание результатов проведения эксперимента с моделью;
- 5) проведение анализа результатов, формулирование выводов.

Приведем пример предметно-ориентированного кейса для выполнения лабораторной работы «Модель одномерного движения тела с учетом сопротивления среды»

### **Кейс «Модель одномерного движения парашютиста»**

***Ситуационная задача:*** Мастер парашютного спорта прыгает с некоторой высоты и летит, не раскрывая парашюта. Пролетев значительную часть пути, он дергает за кольцо парашюта и последние сотни метров опускается, паря на своем зонте. Каковы зависимости скорости движения и высоты парашютиста от времени на отрезке времени от начала движения до момента раскрытия парашюта (т.е., во время затяжного прыжка)?

Из условия задачи видно, что она относится к классической механике. В этом разделе физики процесс движения считается полностью описанным,



если известны скорость и координаты движущегося тела в каждый момент времени. Поэтому возникает сформулированный выше вопрос. Из общих соображений понятно, что с ростом скорости возрастает сопротивление движению и, следовательно, может возникнуть ситуация, когда с некоторого момента скорость тела становится постоянной. Это приводит к следующему вопросу:

Справедливо ли предположение о постоянстве скорости, начиная с некоторого момента, при затыжном прыжке?

**Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи:**

1. Построить аналитическую модель одномерного движения парашютиста на этапе до момента открытия парашюта.
2. Разработать компьютерную (численную) модель процесса.
3. Определить, начиная с какого времени после старта скорость парашютиста в затыжном прыжке становится постоянной.

**Материалы, необходимые для выполнения заданий:**

1) *Исходные данные*

Масса парашютиста – 80 кг, полуобхват грудной клетки – 0,4 м

2) *Теоретические сведения об объекте исследования* (см., например, [92], [93], [145]).

В классической механике основную роль играет второй закон Ньютона: Ускорение  $\vec{a}$ , с которым движется тело, прямо пропорционально действующей на него силе  $F$  и обратно пропорционально его массе  $m$ :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Здесь  $\vec{F}$ - это равнодействующая, т.е. векторная сумма всех сил, действующих на тело. В ситуациях, когда сила или масса не являются постоянными величинами, этот закон имеет более общий вид:

$$\frac{d\vec{h}}{dt} = \vec{v}(t), \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\vec{F}(t, \vec{v}, \vec{h})}{m(t, \vec{v}, \vec{h})}$$

Сила тяжести:  $F_T = mg$ , где  $g$  – ускорение свободного падения.

Сила сопротивления:  $F_c = k_1v + k_2v^2$ .

Величина  $k_1$  определяется свойствами среды и формой тела. Например, для шара  $k_1 = 6\pi\mu r$ , где  $\mu$  – динамическая вязкость среды,  $r$  – радиус шара. Величина  $k_2$  вычисляется как  $k_2 = 0,5cS\rho$ , где  $S$  – площадь сечения тела, поперечного по отношению к потоку воздуха,  $\rho$  – плотность среды,  $c$  – коэффициент лобового сопротивления.

При относительно малых скоростях величина силы сопротивления пропорциональна скорости и имеет место соотношение:

$$F_c = k_1v$$

При более высоких скоростях сила сопротивления становится пропорциональной квадрату скорости:

$$F_c = k_2v^2$$

**Таблица 1. Значения коэффициента лобового сопротивления**

Форма поперечного сечения тела	Коэффициент лобового сопротивления ( $c$ )
Диск	1,11
Полусфера	0,55
Шар	0,4
Каплевидное тело	0,045

**Таблица 2. Значения коэффициента вязкости и плотности вещества**

Вещество	Динамическая вязкость ( $\mu$ )	Плотность ( $\rho$ )
Атмосферный воздух	0,0182	1,29

3) *Справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования*

Система моделирования MVS (см., например, [60]).

MVS представляет собой интегрированную графическую систему для быстрого создания интерактивных визуальных моделей сложных динамических систем и проведения вычислительных экспериментов с ними, без необходимости программирования.

Главными особенностями этой системы являются ее объектный характер, возможность моделирования гибридных систем (обладающих одновременно непрерывными и дискретными свойствами), решение моделей численными методами (выбор и настройку математического метода при этом осуществляет сама среда MVS) и развитые средства визуализации результатов моделирования.

Предусмотрена также возможность интерактивного взаимодействия пользователя с моделью при проведении вычислительного эксперимента.

#### Этапы моделирования в MVS:

##### *Шаг 1. Создание нового проекта*

После запуска системы MVS выберите пункт главного меню *Проект\Новый...* В окне Новый проект укажите имя проекта, путь к папке хранения проекта (файл \*.mvp).

После создания проекта в среде MVS появятся следующие окна:

- *окно проекта*, которое содержит составляющие проекта;
- *окно виртуального стенда*, которое содержит структурную схему моделируемой системы, блоки и связи между ними;
- *окно класса* содержит дерево составляющих класса (по умолчанию в него добавлена пустая система уравнений с именем *Система\_уравнений\_1*);
- *окно системы уравнений Система\_уравнений\_1*.

Система MVS создает две среды (два набора окон):

- 1) для задания и редактирования модели;
- 2) для решения модели и визуализации результатов моделирования.


##### *Шаг 2. Ввод параметров, переменных, констант модели*

В окне класса выделите в дереве объектов узел *Внутренние переменные*, вызовите контекстное меню и выберите команду *Добавить*. В появившемся окне введите имя, тип и начальное значение переменной. Система MVS различает строчные и прописные буквы и не воспринимает пробелы, любое имя должно начинаться с буквы. Можно изменять или удалять введенные определения с помощью команд контекстного меню.

### *Шаг 3. Ввод уравнений модели*



В окне системы уравнений класса с помощью двойного щелчка мышью вызовите редактор формул (или в окне класса с помощью двойного щелчка мышью на узле *Уравнения* или команды *Изменить* контекстного меню), который позволяет вводить математические выражения в виде, близком к математической форме записи. С помощью этого редактора введите необходимые уравнения. Специальный знак производной  $\frac{d}{dt}$  вводится с помощью кнопок на панели инструментов.


### *Шаг 4. Создание выполняемой модели*


Запуск модели осуществляется с помощью кнопки . В появившемся окне визуальной модели:

- в левой части инструментальной панели отображается текущее значение модельного времени (начальное значение равно нулю);
- в левом верхнем углу расположено окно «виртуального стенда», которое отражает структуру модели;
- окно переменных модели (параметры приняли указанные значения, а фазовые переменные инициализированы заданными выражениями).


### *Шаг 5. Запуск и рестарт модели*

Запустите выполнение модели с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Пуск*). При этом начнут изменяться модельное время и значения переменных. Остановка выполнения модели осуществляется с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Стоп*). Возврат модели в начальное состояние производится

с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Рестарт*). В результате остановки и рестарта модели данный экземпляр испытываемой системы будет уничтожен и создан новый с начальными значениями переменных, а модельное время снова будет равно нулю.

Не очень сложные уравнения решаются достаточно быстро. С помощью кнопки  (или пункт главного меню *Установки\Модель*) вызовите диалоговое окно редактирования установок. Переключите параметр Соотношение модельного и реального времени из положения так быстро как можно в положение число. По умолчанию это 1, т. е. моделирование осуществляется в реальном времени. Изменяя это число, можно ускорять или замедлять прогон модели (так же задать время остановки прогона модели и другие параметры).

#### *Шаг 6. Построение временной и фазовой диаграмм*

С помощью кнопки  (или пункт главного меню *Окна\Новая диаграмма*) создайте окно диаграммы (по умолчанию это будет временная диаграмма, т. е. по оси абсцисс будут откладываться значения модельного времени). Методом «Drag-and-drop» перетащите в окно *Временная диаграмма* из окна переменных переменную, значение которой необходимо отложить по оси ординат. С помощью контекстного меню выберите команду *Настройка*. В появившемся диалоге настроек можно задавать различные параметры.

Для построения фазовой диаграммы создайте новую диаграмму, перетащите в нее необходимые переменные, а затем правой кнопкой мыши откройте на ней контекстное меню и выберите команду *Настройка*. В появившемся диалоге настроек укажите с помощью двойного щелчка мышью в поле X, что по оси абсцисс должны откладываться значения необходимой переменной.

#### ***Программные средства для решения задачи:***

Система моделирования MVS (Model Vision Studium).

**Результаты исследования представить в виде отчета, который включает:**

- 1) постановку задачи моделирования;
- 2) формулирование цели и гипотезы исследования;
- 3) результат построения аналитической модели;
- 4) компьютерную модель;
- 5) описание результатов проведения эксперимента с моделью;
- 6) проведение анализа результатов, формулирование выводов.

В таблице 14 представлены предметно-ориентированные кейсы, разработанные нами для выполнения лабораторных работ в рамках курса «Компьютерное моделирование»

Таблица 14

Предметно-ориентированные кейсы по компьютерному моделированию

<b>Разделы содержания</b>	<b>Лабораторные работы</b>	<b>Кейсы</b>
Математическое моделирование	Моделирование радиоактивного распада	Модель процесса радиоактивного распада
	Модели внутривидовой и межвидовой конкуренции	Модель динамики численности биологической популяции с непрерывным размножением
		Модель межвидовой конкуренции для сообщества из двух популяций с непрерывным размножением
	Модель одномерного движения тела с учетом сопротивления среды	Модель одномерного движения парашютиста
		Модель движения тела, брошенного под углом к горизонту, учитывающую сопротивление окружающей среды
	Оптимизационные модели в экономике	Оптимизационная модель планирования производства
Оптимизационная модель планирования перевозок		
Моделирование стохастических систем	Моделирование стохастических систем	Имитация случайных испытаний на ЭВМ

Моделирование динамических систем	Основы моделирования динамических систем	Модель динамики численности биологической популяции с дискретным размножением
-----------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Для оценки эффективности применения компонентов разрабатываемой методики нами было проведено тестирование, где были предложены задания по каждому разделу. Результаты тестирования (рис. 6) показывают, что студенты лучше справляются с заданиями разделов «Моделирование стохастических систем» и «Моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация», а при выполнении заданий разделов «Математическое моделирование» и «Имитационное моделирование» возникают некоторые затруднения, которые могут быть обусловлены относительно малым количеством академического времени на отработку понятий.

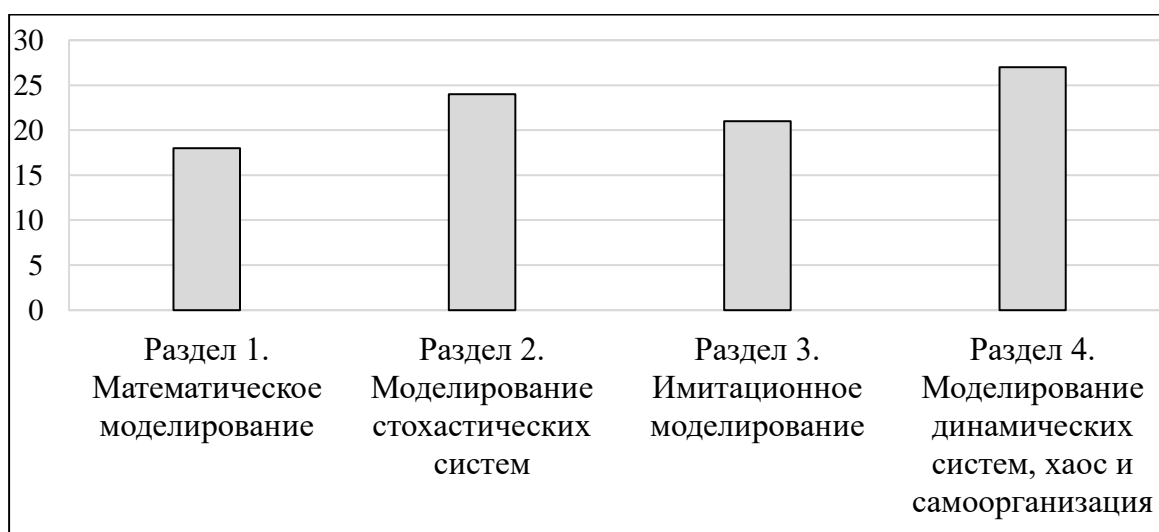


Рис. 6. Результаты тестирования по разделам курса

В таблице 15 представлены результаты тестирования бакалавров по курсу «Компьютерное моделирование» (лабораторные занятия проводились с использованием предметно-ориентированных кейсов).

Таблица 15

Результаты тестирования бакалавров по направлению «Педагогическое образование» на поисковом этапе

Результаты	2016г
1-13 баллов	0%
14-19 баллов	5%
20-27 баллов	53%
28-30 баллов	42%

Результаты тестирования показывают, что уровень освоения учебного материала в 2016 году выше, чем в 2014–2015 гг. (средний показатель выполнения тестовых заданий составляет 26 баллов).

**Формирующий этап эксперимента** проводился в 2017 – 2018гг.

Данный этап эксперимента был направлен на оценку эффективности методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

В эксперименте формирование компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования осуществлялось в двух группах: контрольная, в которой обучение бакалавров проводилось по традиционной методике и экспериментальная – по предложенной методике, с использованием предметно-ориентированных кейсов.

Год	Экспериментальная группа	Контрольная группа
2017	23	19
2018	10	–

Содержание обучения было одинаковым, оно соответствовало курсу «Компьютерное моделирование», включающему в себя следующие направления: математическое моделирование; моделирование стохастических систем; имитационное моделирование; моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация. Лабораторный практикум содержал следующие лабораторные работы [84, 86]:

Лабораторная работа 1. Моделирование радиоактивного распада.

Лабораторная работа 2. Модели внутривидовой и межвидовой конкуренции.

Лабораторная работа 3. Модель одномерного движения тела с учетом сопротивления среды.

Лабораторная работа 4. Оптимизационные модели в экономике.

Лабораторная работа 5. Моделирование стохастических систем.



Лабораторная работа 6. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Лабораторная работа 7. Основы моделирования динамических систем.

Лабораторная работа 8. Хаос и самоорганизация в динамических системах.

Рассмотрим содержательные аспекты данных лабораторных работ для экспериментальной группы.

**Лабораторная работа 1** посвящена проведению численного исследования заданной аналитической модели и рассмотрению методов визуализации результатов моделирования.

Студентам предлагается предметно-ориентированный кейс «Модель процесса радиоактивного распада», выполнение которого подразумевает:

- 1) разработку программы – численной модели процесса;
- 2) проведение вычислений по заданным наборам входных параметров с целью верификации численной модели;
- 3) разработку модуля визуализации в моделирующей программе, строящего график искомой функции;
- 4) определение с помощью численного эксперимента с моделью входного параметра модели, наиболее сильно влияющего на ход моделируемого процесса.

В **лабораторной работе 2** проводится исследование заданных аналитических моделей средствами системы моделирования MVS (Model Vision Studium).

В рамках данной работы студентам предлагаются следующие предметно-ориентированные кейсы: «Модель динамики численности биологической популяции с непрерывным размножением» и «Модель межвидовой конкуренции для сообщества из двух популяций с непрерывным размножением».

Решение кейса «Модель динамики численности биологической популяции с непрерывным размножением» предполагает:

1) построение средствами системы MVS компьютерной модели на основе аналитической модели динамики численности биологической популяции с непрерывным размножением

$$\frac{dN}{dt} = rN \left( \frac{K - N}{K} \right)$$

Входные параметры модели:

- численность  $N(0)$  популяции в начальный момент времени;
- скорость  $r$  роста численности популяции в отсутствие конкуренции;
- предельное значение  $K$  численности популяции, при котором скорость роста становится равной нулю.

Выходной параметр модели:

- зависимость  $N(t)$  численности популяции от времени.

2) проведение вычислений по заданным наборам входных параметров с целью верификации компьютерной модели;

3) определение с помощью экспериментов с моделью входного параметра модели, наиболее сильно влияющего на ход моделируемого процесса.

Решение кейса «Модель межвидовой конкуренции для сообщества из двух популяций с непрерывным размножением» предполагает:

1) с помощью системы MVS построение логистической модели межвидовой конкуренции для сообщества из двух популяций с непрерывным размножением

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1} \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1}{K_2} \end{cases}$$

Входные параметры модели:

- численность  $N_1$  первой популяции;
- численность  $N_2$  второй популяции;

- скорость  $r_1$  роста численности первой популяции в отсутствие конкуренции;
- скорость  $r_2$  роста численности второй популяции в отсутствие конкуренции;
- предельное значение  $K_1$  численности первой популяции, при котором скорость роста становится равной нулю;
- предельное значение  $K_2$  численности второй популяции, при котором скорость роста становится равной нулю;
- коэффициент  $\alpha_{12}$  влияния второй популяции на первую;
- коэффициент  $\alpha_{21}$  влияния первой популяции на вторую.

Выходные параметры модели:

- зависимость  $N_1(t)$  численности первой популяции от времени;
- зависимость  $N_2(t)$  численности второй популяции от времени.

2) проведение вычислений по заданным наборам входных параметров с целью верификации компьютерной модели;

3) определение с помощью экспериментов с моделью, возможно ли устойчивое совместное сосуществование популяций, или всегда выживает только одна из них.

**Лабораторная работа 3** направлена на практическую отработку основных этапов численного моделирования, включающей, в отличие от предыдущих работ, этап построения аналитической модели.

На лабораторной работе студентам предлагается решить предметно-ориентированный кейс «Модель одномерного движения парашютиста», решение которого предполагает:

1) построение аналитической модели одномерного движения парашютиста на этапе до момента открытия парашюта;

2) разработку и верификацию компьютерной модели процесса;

3) определение с помощью экспериментов с моделью момента времени, начиная с которого скорость парашютиста в затяжном прыжке становится постоянной.

В лабораторной работе 4 проводится построение и исследование оптимизационной модели планирования производства средствами табличного процессора.

На первом этапе работы студентам предлагается кейс «Оптимизационная модель планирования производства» (приложение 1), общий для всех.

На втором этапе, на основе освоенной для общей задачи схемы действий студенты выполняют индивидуальные задания по той же тематике.

В рамках лабораторной работы 5 рассматривается моделирование стохастических систем методом статистических испытаний (методом Монте-Карло).

Студентам предлагается разработать программу, имитирующую поведение стохастической системы, в которой происходит последовательность независимых событий.

#### **Кейс «Имитация случайных испытаний на ЭВМ»**

**Ситуационная задача:** Прибор системы контроля качества состоит из трех узлов, работающих независимо. Прибор отказывает, если два узла одновременно выходят из строя. Какова вероятность безотказной работы прибора в течение времени  $T$ , если известно, что вероятности безотказной работы узлов за время  $T$  равны соответственно 0,8; 0,55; 0,7?

**Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи:**

1. Разработать программу, имитирующую работу прибора системы контроля качества.

2. Определить вероятность безотказной работы прибора за время  $T$ . Провести вычисления для разного числа испытаний  $n$  и убедиться, что при возрастании числа  $n$  искомая вероятность стремится к устойчивому результату.

**Материалы, необходимые для выполнения заданий:**

*Данные для вычислений*

**Таблица 1. Набор значений для числа испытаний**

№	Число испытаний $n$
1	200
2	500
3	1000
4	2000
5	4000
6	8000

***Программные средства для решения задачи:***

Система программирования Turbo Delphi.

***Решение данного кейса предполагает подготовку отчета, включающего в себя:***

- 1) постановку задачи моделирования;
- 2) описание цели работы;
- 3) компьютерную модель;
- 4) результаты расчетов (таблица, указывающая для каждого числа испытаний соответствующее ему значение искомой вероятности);
- 5) проведение анализа результатов моделирования, формулирование выводов.

После решения этой задачи, как и в лабораторной работе 4, студенты выполняют индивидуальные задания.

**Лабораторная работа 6** направлена на рассмотрение основных этапов разработки и анализа имитационных моделей в системе имитационного моделирования GPSS World.

Студентам предлагается разработать и выполнить имитационную модель одноканальной системы массового обслуживания (СМО) в GPSS World, а также проанализировать результаты моделирования с помощью файла отчета пакета GPSS World.

В начале работы студенты знакомятся с основными блоками языка GPSS и рассматривают примеры готовых GPSS-моделей одноканальных СМО (см., например, [1], [118]). При этом осваиваются основные этапы работы с имитационными моделями в пакете GPSS World (создание исходного кода модели, запуск ее на выполнение и анализ результатов моделирования с помощью файла отчета пакета GPSS World).

Далее студентам предлагаются индивидуальные задания, выполнение которых предполагает разработку и анализ имитационных моделей для различных предметных областей. Примеры комплектов заданий такого рода можно найти в [48].

Отчет по индивидуальным заданиям студенты предоставляют в формате текстового документа, в соответствии со следующей схемой.

*Схема отчета по индивидуальному заданию:*

1. Формулировка решаемой задачи (с номером задачи и варианта).
2. Исходный текст программы на языке GPSS, содержащий имитационную модель, решающую поставленную задачу.
3. Выборка из файла отчета, сгенерированного программой GPSS World по результатам моделирования, включающая:
  - начальную часть отчета GPSS World до текста программы включительно;
  - данные по прибору обслуживания;
  - данные по очередям.
4. Грубая оценка адекватности модели (по порядкам величин).
5. Оценка эффективности моделируемой системы, включающая:
  - 1) основные характеристики моделируемой системы, взятые из отчета GPSS World:
    - значение коэффициента полезной загрузки (поле UTIL в данных по приборам обслуживания);
    - значение среднего времени ожидания транзактов в очереди (поле AVE.TIME в данных по очередям);

- значение средней длины очереди (поле AVE.CONT в данных по очередям).
- 2) комплексную оценку эффективности моделируемой системы на основе этих характеристик (высокая/выше средней/средняя/ниже средней/низкая).

В лабораторных работах 7-8 рассматривается моделирование динамических систем на основе их фазового описания с помощью системы компьютерной алгебры Maxima.

В рамках лабораторной работы 7 студенты выполняют кейс «Модель динамики численности биологической популяции с дискретным размножением», решение которого подразумевает:

1) построение в системе Maxima компьютерной модели на основе математической модели динамики численности биологической популяции с дискретным размножением;

$$N_{t+1} = N_t R \left( \frac{K - N_t}{K} \right)$$

Входные параметры модели:

- $N_t$  – численность популяции поколения с номером  $t$ ;
- $R$  – скорость роста численности популяции в отсутствие конкуренции;
- $K$  – «предельное» значение численности популяции, при котором скорость роста становится равной нулю.

Выходной параметр модели:

- $N_{t+1}$  – численность популяции поколения с номером  $t+1$ .

2) определение с помощью экспериментов с моделью наборы значений входных параметров системы, приводящие к четырем качественно различным видам поведения популяции;

3) определение, в каком интервале значений управляющего параметра  $R$  модели происходит переход системы к хаотическому поведению.

В лабораторной работе 8 более углубленно рассматривается хаотическое поведение нелинейных динамических систем. Студентам предлагается выполнить следующие задания:

1) на основе конвективной модели Лоренца

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = s(-x + y) \\ \frac{dy}{dt} = x(r - z) - y \\ \frac{dz}{dt} = xy - bz \end{cases}$$

построить компьютерную модель в системе Maxima; определить набор значений входных параметров, при которых моделируемая система переходит к хаотическому поведению; построить фазовый портрет аттрактора Лоренца; отследить зависимость между поведением результирующей величины  $x(t)$  и движением фазовой точки системы по аттрактору; обосновать, что аттрактор Лоренца действительно является притягивающим множеством для различных фазовых траекторий системы.

2) с помощью системы имитационного моделирования AnyLogic PLE построить модель сегрегации Т. Шеллинга; определить значения управляющего параметра системы, при которых она переходит от хаоса к самоорганизации и обратно.

Решение предметно-ориентированных кейсов по курсу «Компьютерное моделирование» предполагает построение компьютерной модели, а также подготовку отчета в формате текстового документа, в соответствии со следующей схемой: постановка задачи моделирования; формулирование цели и гипотезы исследования; описание результатов проведения эксперимента с моделью; проведение анализа результатов, формулирование выводов.

Подобное содержание отчета позволяет утверждать, что использование предметно-ориентированных учебных кейсов при изучении компьютерного моделирования способствует освоению новых знаний и умений,



приобретению опыта планирования и реализации собственных исследований, обоснования, полученных в ходе исследования результатов.

На завершающем этапе опытно-экспериментальной работы проводилась диагностика сформированности компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования, в основе которой лежат уровни сформированности предметного и исследовательского компонентов (параграф 2.1).

Диагностика уровней сформированности предметного компонента компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования проводилась на основе анализа результатов учебной деятельности: выполнения заданий лабораторный занятий; результатов тестирования; выполнение контрольных заданий в форме письменного экспресс-контроля по вопросу, предложенному преподавателем.

Приведем результаты сравнительной диагностики сформированности предметного компонента компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования в экспериментальной и контрольной группах бакалавров, которая показала положительное влияние разработанной методики (рис.7).

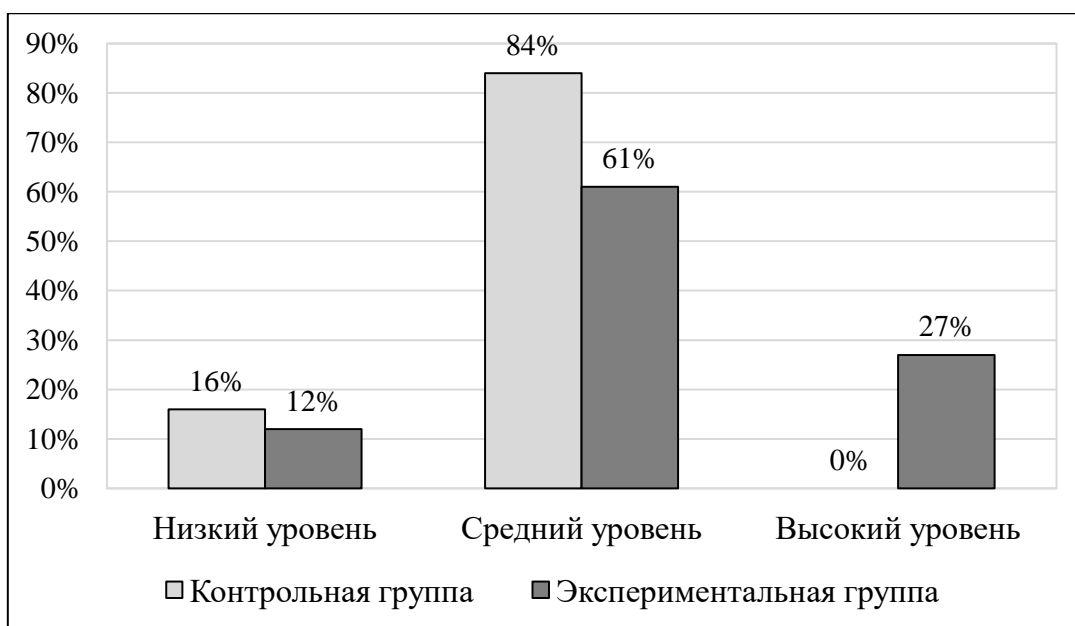


Рис. 7. Результаты диагностики уровня сформированности предметного компонента в экспериментальной и контрольной группах

Анализ данных об уровне сформированности предметного компонента компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования у студентов экспериментальной и контрольной групп показал, что в контрольной группе отсутствуют бакалавры, достигшие высокого уровня, а в экспериментальной группе этого же уровня достигли 27% бакалавров.

Для определения значимости полученных результатов применялся критерий однородности  $\chi^2$  [100]. Эмпирическое значение критерия  $\chi^2$  вычислялось по формуле:

$$\chi_{\text{эмп}}^2 = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{n_i + m_i},$$

где  $M$  и  $N$  – размеры контрольной и экспериментальной групп, порядковая шкала с  $L$  различным баллами. Для сравниваемых выборок получено  $\chi^2 = 6,27$ . Критическое значение критерия  $\chi^2$  для уровня значимости 0,05 равно 5,99. Так как,  $\chi_{\text{эмп}}^2 > \chi_{0,05}^2$ , то достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%, что позволяет сделать вывод об эффективности данной методики.

Оценка уровня сформированности исследовательского компонента компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования осуществлялась на основе анализа индивидуальных семестровых учебных проектов.

Индивидуальный учебный проект выполнялся в течение семестра. Он предполагал построение студентом аналитической модели по поставленной задаче, разработку соответствующей компьютерной модели, исследование модели и оформление результатов работы в виде отчета. Отчет по проекту включал: постановку задачи моделирования; формулирование цели, задач и гипотезы исследования; проведение анализа результатов, формулирование выводов. К отчету прикладываются файлы компьютерной модели.

Результаты проведения процедуры оценивая уровней освоения исследовательского компонента представлены на рис. 8.

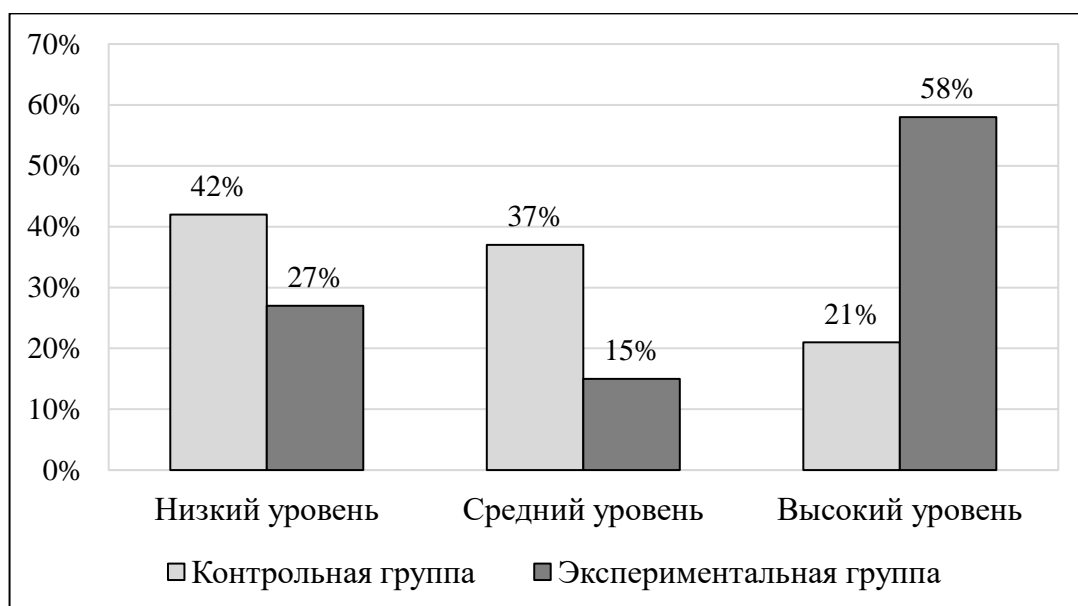


Рис. 8. Результаты диагностики уровня сформированности исследовательского компонента в экспериментальной и контрольной группах

Анализ результатов диагностики показал, что на среднем и высоком уровнях сформированности исследовательского компонента находятся 73% бакалавров в экспериментальной группе, в то время как в контрольной группе на этих же уровнях находятся 58% бакалавров.

В целом, анализ данных позволяет сделать вывод о положительной динамике формирования компетентности будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования в экспериментальной группе. Полученные результаты говорят об эффективности применения кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

### Выводы по второй главе

Методика применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики включает в себя следующие компоненты:

- *целевой компонент* – формирование компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования. Структура данной компетентности включает предметный и исследовательский компоненты подготовки.

– *содержательный компонент* – описание разделов (математическое моделирование, моделирование стохастических систем, имитационное моделирование, моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация) учебного курса «Компьютерное моделирование» для бакалавров по направлению подготовки «Педагогическое образование», профилю «Информатика».

– *процессуальный компонент* – использование предметно-ориентированных кейсов на лабораторных занятиях, что предполагает три этапа проектирования, разработки и применения предметно-ориентированного кейса.

Логика развертывания кейс-заданий на этапе проектирования предметно-ориентированного кейса раскрывается в содержании лабораторного практикума курса компьютерного моделирования, включающего в себя: численное математическое моделирование детерминированных процессов; построение, численное исследование и визуализацию аналитической модели; исследование аналитических моделей; линейные оптимизационные модели в экономике; метод Монте-Карло; имитационное моделирование; моделирование динамических систем на основе фазового описания; моделирование хаотического поведения нелинейных динамических систем на основе фазового описания.

Процесс разработки предметно-ориентированного кейса включает в себя:

– конструирование наборов по каждому компоненту предметно-ориентированного кейса. В данном случае элементами компонента «Ситуационная задача» являются задачи, рассматриваемые в курсе компьютерного моделирования (исследование заданной аналитической модели; построение и исследование аналитических и имитационных моделей). Набор элементов компонента «Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи» формируется на основе основных формулировок заданий, используемых в курсе компьютерного

моделирования. Элементами компонента «Материалы, необходимые для выполнения заданий» являются теоретические сведения об объекте исследования, справочные материалы о численных методах, справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования, исходные данные и данные для эксперимента. Составление набора элементов компонента «Программные средства для решения задачи» основывается на программном обеспечении, используемом в преподавании компьютерного моделирования (система программирования Turbo Delphi, система компьютерной алгебры Maxima, система моделирования MVS (Model Vision Studium), табличный процессор OpenOffice Calc, системы имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic PLE).

– составление самих предметно-ориентированных кейсов, на основе элементов полученных наборов.

Этап применения предметно-ориентированного кейса на учебных занятиях включает в себя:

– изучение предметно-ориентированного кейса (проведение анализа и обсуждение ситуационной задачи; изучение кейс-заданий, требующих выполнения; изучение справочных материалов);

– выполнение кейс-заданий (построение компьютерной модели и проведение эксперимента);

– обсуждение полученных решений и подведение итогов (проведение анализа результатов эксперимента с моделью, а также формулирование выводов).

Опытно-экспериментальная работа, проведенная в исследовании, была направлена на обоснование эффективности методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики. В результате констатирующего эксперимента установлено, что большинство бакалавров испытывают затруднения в освоении содержания курса компьютерного моделирования. На поисковом этапе осуществлялась апробация разрабатываемой методики. Формирующий

этап эксперимента был ориентирован на оценку эффективности разработанной методики. Анализ данных об уровнях предметного и исследовательского компонентов у студентов контрольной и экспериментальной групп позволяет сделать вывод о положительной динамике формирования компетентности будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования в экспериментальной группе. Данные, полученные в эксперименте, были статистически подтверждены, что позволяет говорить об эффективности применения кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

## Заключение

Решение первой задачи заключалось в описании современных представлений о целях, содержании и методах подготовки будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования.

Проведенный анализ различных подходов к подготовке учителя информатики в области компьютерного моделирования показал, что структура учебного курса может быть представлена следующими направлениями: математическое моделирование; моделирование стохастических систем; имитационное моделирование; моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация. Подготовка бакалавров образования по профилю «Информатика» предполагает формирование систематизированных знаний в области компьютерного аналитического и имитационного моделирования для решения профессиональных задач.

При решении второй задачи по выявлению сущностных характеристик кейс-технологии как средства формирования профессиональной компетентности будущего учителя информатики в исследовании было установлено, что средством обучения компьютерному моделированию может выступать кейс-технология, предполагающая разработку и решение предметных кейсов, ориентированных на решение конкретных задач подготовки будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования – формирование предметных знаний, освоение компьютерного инструментария, формирование критического мышления, развитие исследовательских навыков и др. При этом под предметно-ориентированным кейсом по компьютерному моделированию целесообразно понимать комплект, в который входят: 1) ситуационная задача (описание учебной проблемной ситуации); 2) задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи (задания для организации поэтапного решения основной ситуационной задачи); 3) материалы, необходимые для выполнения заданий (данные, информационные (справочные) материалы);

4) программные средства для решения задачи (программные средства компьютерного моделирования).

Анализ исследований по проблемам обучения с использованием кейс-метода показал, что применение кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию предполагает три этапа:

1) этап проектирования предметно-ориентированного кейса (определение разделов дисциплины, содержание которых может служить источником для составления предметно-ориентированных кейсов);

2) этап разработки предметно-ориентированного кейса (конструирование наборов по каждому компоненту предметно-ориентированного кейса и составление самих предметно-ориентированных кейсов, на основе элементов полученных наборов);

3) этап применения предметно-ориентированного кейса на учебных занятиях (пошаговое решение предметно-ориентированного кейса на лабораторном занятии).

Данные этапы определяют основу модели реализации кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию.

Третья задача состояла в определении компонентов методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики. При решении этой задачи в исследовании были разработаны компоненты методики применения кейс-технологии как средства обучения компьютерному моделированию будущих учителей информатики: целевой компонент методики (формирование компетентности учителя информатики в области компьютерного моделирования), содержательный компонент (содержание разделов учебного курса: математическое моделирование, моделирование стохастических систем, имитационное моделирование, моделирование динамических систем, хаос и самоорганизация), процессуальный компонент (метод обучения – кейс метод, средства обучения – комплекты кейс-заданий и связанных с ними ситуационных задач, и программные средства компьютерного



моделирования, формы обучения – лекции, лабораторные работы, самостоятельные работы). Определены уровни сформированности предметного и исследовательского компонентов компетентности будущего учителя информатики в области компьютерного моделирования.

Четвертая задача заключалась в проведении экспериментальной апробации разработанной методики и обосновании ее эффективности. В ходе решения данной задачи была организована опытно-экспериментальная работа на факультете математики, информатики и физики в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете, которая включала три этапа: констатирующий, поисковый и формирующий. Данные, полученные и статистически подтвержденные в ходе эксперимента, позволили сделать вывод о положительной динамике формирования компетентности будущих учителей информатики в области компьютерного моделирования в экспериментальной группе. Это позволяет говорить об эффективности применения кейс-технологии при обучении компьютерному моделированию будущих учителей информатики.

Таким образом, исследование в рамках поставленных задач было полностью завершено, а гипотеза исследования – подтверждена.

Перспективными направлениями развития данного исследования представляется дальнейшее изучение вопросов разработки технологии конструирования предметно-ориентированных кейсов по информатике и применения в данном процессе инструментальных сред цифровой образовательной среды, применения кейс-технологии в процессе обучения иным предметным дисциплинам информатики будущих педагогов, а также и самих учащихся школ.

## Список использованной литературы

1. Алиев, Т. И. Основы моделирования дискретных систем / Т. И. Алиев – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
2. Андюсев, Б. Е. Кейс-метод как инструмент формирования компетентностей / Б. Е. Андюсев // Директор школы. – 2010. – №4. – С. 61–69.
3. Артемьева, Н. В. Разработка сюжетных заданий по программированию (базовый уровень) / Н. В. Артемьева, Ю. В. Григорьев // Актуальные проблемы математических и технических наук Электронный сборник научных статей. Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева. – 2016. – С. 81-86.
4. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер, О. Б. Наймарк, В. Ю. Столбов, П. В. Трусов, П. Г. Фрик; под ред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2005. – 440 с.
5. Бабенко, А. А. Модель оценки и прогнозирования рисков инвестирования информационной безопасности промышленных предприятий / А. А. Бабенко, С. С. Козунова // Научный результат. Информационные технологии. – 2016. – Т. 1. – № 4. – С. 29-35.
6. Бабенко, А. А. Модель профиля угроз информационной безопасности корпоративной информационной системы / А. А. Бабенко, С. С. Козунова // НБИ технологии. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 6-11.
7. Бабенко, А. А. Модель управления защитой информации в государственных информационных системах / А. А. Бабенко, С. С. Козунова // НБИ технологии. – 2018. – Т. 12. – № 4. – С. 16-22.
8. Бабкин, Е. А. О преподавании компьютерного моделирования для студентов направления «Информатика» / Е. А. Бабкин, О. М. Бабкина // Вестник Московского городского педагогического университета.

Серия: информатика и информатизация образования. – 2008.– № 16. – С. 11-15.

9. Багирова, И. Х. Кейс-стади как интерактивный метод в образовании студентов-экономистов в процессе изучения дисциплины «Управление персоналом» / И. Х. Багирова, Б. С. Бурыхин // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – №3(19). – С. 118-129.
10. Бакиева, Ф. Р., Кейс-метод как способ формирования профессиональной компетентности будущих педагогов / Ф. Р. Бакиева, В. С. Муллакаева // Молодой ученый. – 2015 – №12. – С. 707-710.
11. Баранова, Е. В. Подготовка бакалавров по направлению педагогического образования в области информатики и ИКТ на базе электронных образовательных ресурсов / Е. В. Баранова, В. В. Лаптев, И. В. Симонова // Региональная информатика "РИ-2018" материалы конференции. – 2018. – С. 356-358.
12. Баранова, Е. В. Преемственность развития профессиональных компетенций студентов в области информатики и ИКТ в условиях непрерывного педагогического образования с использованием цифровой информационной образовательной среды / Е. В. Баранова, И. В. Симонова // Актуальные проблемы образования в области естественных и точных наук. – СПб. – 2018. – С. 27-37.
13. Баранова, Е. В. Развитие профессиональных компетенций бакалавров по направлению педагогического образования в области информатики в условиях цифрового образования / Е. В. Баранова, И. В. Симонова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2018. – № 190. – С. 116-124.
14. Бархатова, Д. А. Методика визуализированного обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» дисциплинам предметной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Д. А. Бархатова – Красноярск, 2011. – 26 с.

15. Бахвалов, Л. А. Компьютерное моделирование: долгий путь к сияющим вершинам? / Л. А. Бахвалов // Компьютерра. – 1997– №40. – С. 26-36.
16. Бельчусов, А. А. Конкурс компьютерной графики и 3D моделирования / А. А. Бельчусов // Интернет-технологии в образовании: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (Чебоксары, 21 апреля – 17 мая 2016 года). – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т. – 2016. – С. 270-274.
17. Бельчусов, А. А. Методика преподавания темы "Формализация и моделирование" в школьном курсе информатики / А. А. Бельчусов // Состояние и перспективы развития ИТ-образования: сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – С. 334-348.
18. Берсенева, О. В. Кейс-метод – инструмент формирования исследовательских компетенций будущих учителей математики / О. В. Берсенева // Педагогическое мастерство и педагогические технологии. – 2015. –№ 2(4) – С. 103-105.
19. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование / В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко. – 2-е изд. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 525 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
20. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование. пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7 / В. Д. Боев – СПб.: ВАС, 2014. – 432 с. – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/resources/books/>
21. Болотов, В. А. К вопросам о реформе педагогического образования / В. А. Болотов // Психологическая наука и образование. – 2014. – Т. 19. – № 3. – С. 32-40.
22. Бубенщикова, И. А. Математические модели естественных наук. Компьютерный практикум. Учебно–методическое пособие / И. А.

- Бубенщикова, И. С. Пономарева, Ю. Ю. Тарасевич. – Астрахань, 2010. – 72с.
23. Бугайко, Е. В. Методическая система курса по формированию знаний, умений и навыков в области компьютерного моделирования в подготовке будущих учителей информатики / Е. В. Бугайко // Наука и школа. – 2006. – № 5. – С. 58-59.
  24. Бугайко, Е. В. Методические аспекты обучения компьютерному моделированию при подготовке учителя информатики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е. В. Бугайко. – М., 2006. – 197 с.
  25. Воронина, И. В. Кейс как средство освоения интернет-технологий будущими учителями / И. В. Воронина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11979>.
  26. Гаджикурбанова, Г. М. Анализ подходов к классификации кейсов / Г. М. Гаджикурбанова // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 3 (40). – С. 9-12.
  27. Гаджикурбанова, Г. М. Кейс-технологии в формировании научно-исследовательских компетенций будущего педагога профессионального обучения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Г. М. Гаджикурбанова. – Махачкала, 2015. – 23 с.
  28. Гаджикурбанова, Г.М. Системные основания классификации кейсов / Г. М. Гаджикурбанова, М. Х. Хайбулаев // VII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2015». – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/7934.pdf>.
  29. Галыгина, И. В. Методика обучения информационному моделированию в базовом курсе информатики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / И. В. Галыгина. – М., 2001. – 23 с.
  30. Гейн, А. Г. Изучение информационного моделирования как средство реализации межпредметных связей информатики с дисциплинами

- естественнонаучного цикла: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / А. Г. Гейн. – М., 2000. – 48 с.
31. Гнеушев, В. А. Моделирование сетевых атак злоумышленников в корпоративной информационной системе / В. А. Гнеушев, А. Г. Кравец, С. С. Козунова, А. А. Бабенко // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2017. – № 6. – С. 51-60.
  32. Горский, А. В. О возможностях использования систем компьютерной математики в учебном процессе / А. В. Горский // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2017. – № 3-1 (95). – С. 90-99.
  33. Губанова, О. М. Методическая система формирования профессиональных компетенций будущих учителей информатик и ИКТ в области моделирования и формализации на основе метода технологического проектирования: автореф. дис. ... канд. пед. наук / 13.00.02 / О. М. Губанова. – Нижний Новгород, 2012. – 24 с.
  34. Даммер, М. Д. Методика обучения физике в техническом вузе на основе комплексной кейс-технологии / М. Д. Даммер, Н. В. Зубова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 9-15.
  35. Деркач, А. М. Кейс-метод в обучении органической химии при подготовке технологов пищевой промышленности в системе среднего профессионального образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / А. М. Деркач. – СПб, 2012. – 27 с.
  36. Долгоруков, А. М. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения / А. М. Долгоруков. – Режим доступа: <http://www.evolkov.net/case/case.study.html>.
  37. Дударева, Н. В. Методические аспекты использования «case study» при обучении математике в средней школе / Н. В. Дударева, Т. А. Унегова // Педагогическое образование в России. – 2014. – №8. – С. 242-246.

38. Егорова, И. С. Кейс–метод в формировании креативной компетенции бакалавра педагогического образования при изучении математических дисциплин / И. С. Егорова, Е. А. Михалкина // Наука и Мир–2014. – Т. 3. – № 4 (8). – С. 51-53.
39. Елина, Е. Г. Компетенции и результаты обучения: логика представления в образовательных программах / Е. Г. Елина, Е. Н. Ковтун, С. Е. Родионова // Высшее образование в России. – 2015. – № 1. – С. 10-20.
40. Ефимова, И. Ю. Роль курса «Компьютерное моделирование» в системе подготовки учителя информатики / И. Ю. Ефимова // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. Сборник научных трудов II Международной конференции. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2015. – С. 660-662.
41. Жаблон, К. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике/ К. Жаблон, Ж.-К. Симон; пер. с фр. А. В. Арсентьевой. – Москва: Наука, 1983. – 235 с.
42. Жуйкова, С. А. Модель оценки рисков на различных этапах жизненного цикла информационной системы / С. А. Жуйкова, А. Д. Курина, А. А. Бабенко // Актуальные вопросы информационной безопасности регионов в условиях перехода России к цифровой экономике: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Волгоградский государственный университет. – 2018. – С. 233-238.
43. Жук, Л. В. Активизация мыслительной деятельности будущих учителей математики в области геометрии средствами компьютерного моделирования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Л. В. Жук. – Елец, 2007. – 25 с.

44. Жулькова, Н. В. Ситуационные задачи по химии как средство формирования универсальных учебных действий учащихся: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Н. В. Жулькова. – М., 2014. – 26 с.
45. Зубова, Н. В. Комплексная кейс-технология как средство формирования профессиональных компетенций при обучении физике студентов технического вуза / Н. В. Зубова // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. – 2014. – № 4. – С. 137-144.
46. Зубова, Н. В. Комплексная кейс-технология обучения физике как средство формирования основных профессиональных компетенций студентов технического вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Н. В. Зубова. – Челябинск, 2015. – 206 с.
47. Зябкин, В. С. Модель оценки защищенности автоматизированной системы управления технологическими процессами в организации коммунального хозяйства / В. С. Зябкин, А. А. Бабенко// Актуальные вопросы информационной безопасности регионов в условиях перехода России к цифровой экономике: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Волгоградский государственный университет. – 2018. – С. 238-243.
48. Кийкова, Е. В. Имитационное моделирование: Практикум / Е. В. Кийкова, Е. Г. Лаврушина. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005. – 100 с.
49. Кириллова, Д. А. Кейс-задача как основа фонда оценочных средств по математическому анализу для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика / Д. А. Кириллова // Современные исследования социальных проблем. – 2015. – №10(54). – С. 430-446 – Режим доступа: <http://ej.soc-journal.ru>
50. Ключева, М. И. Коммуникативно-познавательные кейсы как средство формирования иноязычной профессионально-коммуникативной компетенции обучающихся в вузе по направлению подготовки



- «туризм» (бакалавриат): автореф. дис. ... канд. пед. наук 13.00.02 / М. И. Ключева. – Нижний Новгород, 2016. – 26 с.
51. Ключева, М. И. Использование коммуникативно-познавательных кейсов в процессе формирования иноязычной профессионально-коммуникативной компетенции у студентов отделения «Сервис и туризм» / М. И. Ключева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16729>.
52. Козунова, С. С. Модель построения защищенной информационной системы корпоративного типа / С. С. Козунова, А. А. Бабенко // Информационные системы и технологии. – 2016. – № 3 (95). – С. 112-120.
53. Колин, К. К. Информатика как фундаментальная наука: проблемы и перспективы становления нового научного направления / К. К. Колин // ВЕСТНИК Челябинской государственной академии культуры и искусств. – 2007. – № 1 (11). – С. 4-14.
54. Колин, К. К. О структуре и содержании образовательной области «Информатика» / К. К. Колин // Информатика и образование. – 2000. – № 10. – С. 5-10.
55. Колин, К. К. Социальная информатика: Учебное пособие для вузов / К. К. Колин. – М.: Академический Проект; М.: Фонд «Мир», 2003. – 432 с.
56. Комарова, С. М. Использование метода проектов при обучении студентов компьютерному моделированию / С. М. Комарова // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. – СПб.: СПОИСУ. – 2016. – С. 242-244.
57. Комарова, С. М. Методика обучения бакалавров педагогического образования, специализирующихся в области информационных технологий, компьютерному моделированию с использованием межпредметных задач: дис. ... канд. пед. наук 13.00.02 / С. М. Комарова. – Псков, 2017. – 207 с.

58. Конова, Е. А. Интерактивный метод оценки знаний на основе применения технологии case study / Е.А. Конова, Г.А. Поллак // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2013. – Том 5, №3. – С.93-97.
59. Копышева, Т. Н. ИКТ-компетентность будущего учителя информатики в процессе профессиональной подготовки в вузе / Т. Н. Копышева, Ю. В. Григорьев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2019. – № 1 (101). – С. 146-153.
60. Королёв, А. Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум / А. Л. Королёв. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 296 с.
61. Королёв, А. Л. Компьютерное моделирование / А. Л. Королёв. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 230 с.
62. Королёв, А. Л. Компьютерное моделирование в образовании / А. Л. Королёв // Problems of modern pedagogics in the context of international educational standards development. Materials digest of the XL International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Pedagogical sciences. (London, January 31- February 05, 2013). Chief editor – Pavlov V. V. – London. – 2013. – С. 126-128. – Режим доступа: <http://gisap.eu/ru/node/18917>.
63. Красикова, Е. Н. Кейс-метод в структуре и содержании методической компетенции лингвиста-преподавателя: автореф. дис. ... канд. пед. наук 13.00.02 / Е. Н. Красикова. – Ставрополь, 2009. – 25 с.
64. Красикова, Е. Н. Кейс-метод как дидактическое средство в условиях профессиональной подготовки в вузе / Е. Н. Красикова // Вестник Ставропольского государственного университета. – Ставрополь: Изд-во СГУ. – 2007. – Вып. 53. – С. 55-61.
65. Крутиков, Д. И. Вероятностная модель оценки надёжности информационных систем / Д. И. Крутиков, А. А. Бабенко, // IT-Технологии: развитие и приложения XV Ежегодная Международная

- научно-техническая конференция: Сборник докладов. – 2018. – С. 129-134.
66. Кузнецов, А. А. Общая методика обучения информатике. I часть: учебное пособие для студентов педагогических вузов / А. А. Кузнецов, Т. Б. Захарова, А. С. Захаров. – М.: Прометей, 2016. – 300 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58161.html>.
  67. Лапчик, М. П. О формировании ИКТ-компетентности бакалавров педагогического направления / М. П. Лапчик // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5515>.
  68. Лапчик, М. П. Методика преподавания информатики: учебное пособие для студ. пед. вузов / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер; под общей ред. М. П. Лапчика. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 624 с.
  69. Ларионов, М. В. Формирование экспериментальных умений при обучении физике на основе компьютерного моделирования у курсантов военного вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / М. В. Ларионов. – Челябинск, 2011. – 24 с.
  70. Леонтович, А. В. Проектирование исследовательской деятельности учащихся: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.13/ А. В. Леонтович. – Москва, 2003. – 142 с.
  71. Лоренц, Э. Детерминированное непериодическое движение / Э. Лоренц // Странные аттракторы. М. – 1981. – С. 88-116.
  72. Лоскутов, А. Ю. Основы теории сложных систем / А. Ю. Лоскутов, А. С. Михайлов. – М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 620 с.
  73. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие для слушателей программы eMBA / Н. Н. Лычкина. – М.: Академия АйТи, Государственный университет управления, 2005. – 164 с.

74. Лычкина, Н. Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах / Н. Н. Лычкина. Тезисы докладов XIV Международной студенческой школы семинар «Новые информационные технологии». – Т.1. – М.: МИЭМ, 2006. – 489 с. – С. 64-73.
75. Майер, Р. В. Компьютерное моделирование: учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов: учебное электронное издание на компакт-диске / Р. В. Майер; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Глазовский гос. пед. ин-т им. В. Г. Короленко». – Глазов: ГГПИ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
76. Максимова, Ю. А. Использование кейсов на уроках информатики / Ю. А. Максимова // XXIV Международная конференция «Применение инновационных технологий в образовании». – Режим доступа: <http://edu.evnts.pw/materials/123/16778/>
77. Малаева, А. В. Кейс-метод как средство формирования иноязычной коммуникативной компетентности студентов вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. В. Малаева. – Великий Новгород, 2012. – 24 с.
78. Маликов, Р. Ф. Подходы, направления и средства разработки компьютерных моделей / Р. Ф. Маликов // Мат. Всеросс. научно-практ. конф. «Прикладная информатика и компьютерное моделирование». – Т. 3. – Уфа: БГПУ. – 2012. – С. 55-59.
79. Маликов, Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6: учебное пособие/ Р. Ф. Маликов – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296 с.
80. Маликов, Р. Ф. Практикум по дискретно-событийному моделированию сложных систем в расширенном редакторе GPSS World: практикум / Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 273с.

81. Маньшин, М. Е. Использование кейс-технологии при подготовке будущих учителей информатики / М. Е. Маньшин, Н. В. Лобанова, Т. К. Смыковская // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2011. – № 3. – С. 28-33.
82. Маркович, О. С. Предметно-ориентированные кейсы по информатике / О. С. Маркович // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2017. – №5(118) – С. 70-75.
83. Маркович, О. С. Структура и особенности предметно-ориентированного кейса по информатике: поиск новых моделей обучения будущих учителей информатики/ О. С. Маркович // Информатизация образования – 2017: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Издательство: Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева (Чебоксары). – 2017. – С. 470-475.
84. Маркович, О. С. Организация лабораторных занятий по дисциплине «Компьютерное моделирование» при подготовке учителей информатики/ О. С. Маркович, В. Л. Усольцев // Интернет-технологии в образовании: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции Чебоксары, 15–20 мая 2018 года). – Чебоксары: КЛИО, 2018. – С. 186-194.
85. Маркович, О. С. Программные средства компьютерного моделирования в подготовке бакалавров образования по профилю «Информатика» / О. С. Маркович, В. Л. Усольцев // Информатизация образования-2014: Материалы Международной научно-практической конференции Волгоград, 23-26 апреля 2014 г. – Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена». – 2014. – С.154-159.
86. Маркович, О. С. Структура и содержание курса «Компьютерное моделирование» при подготовке бакалавров образования по профилю

- «Информатика»/ О. С. Маркович, В. Л. Усольцев // Информатика и образование. – 2017. – №8 (287) – С. 55-61.
87. Машевская, Ю. А. Методика проектирования индивидуальных образовательных траекторий освоения информатических дисциплин будущими учителями дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ю. А. Машевская. – Волгоград, 2016. – 181 с.
88. Митрофанова, Т. В. 3D-моделирование и 3D-печать в учебном процессе образовательного учреждения / Т. В. Митрофанова, А. И. Марлынова, Т. Н. Копышева // Актуальные вопросы преподавания технических дисциплин Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 30-36.
89. Митрофанова, Т. В. Педагогические условия обучения школьников 3D-моделированию и 3D-печати / Т. В. Митрофанова, А. И. Марлынова, Т. Н. Копышева // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – № 1 (5). – С. 450-455.
90. Михайлова, О. Ю. Учебные кейсы как средство формирования элементов самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов педагогического колледжа / О. Ю. Михайлова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18764>.
91. Михеева, Т. В. Обзор существующих программных средств имитационного моделирования при исследовании механизмов функционирования и управления производственными системами / Т. В. Михеева // Изв. Алтайского гос. ун-та. – 2009. – Вып. 1 (61). – С. 87-90.
92. Могилев, А. В. Информатика: учеб. пособие для студ. пед. вузов / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер; под ред. Е. К. Хеннера. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 848 с.
93. Могилев, А. В. Практикум по информатике / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. – М.: Академия, 2005. – 608 с.

94. Мороз, А. И. Курс теории систем: Учеб.пособие для вузов по спец. «Прикладная математика» / А. И. Мороз. – М.: Высшая школа, 1987. – 304 с.
95. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей / А. Д. Мышкис Изд. 3-е, исправленное. – М.: КомКнига, 2007. – 192 с.
96. Национальный доклад Российской Федерации на II Международном конгрессе ЮНЕСКО «Образование и информатика». Москва, 1996 // Информатика и образование. – 1996. – №5. – Режим доступа <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/5312565765062e8cc32575c2004f59bf/64dba130a97fb4fcc3257642004a221b?OpenDocument>.
97. Никитина, М. А. Кейс как средство обучения и контроля в условиях компетентностного образования в высшей школе: дис. ... канд. пед. наук 13.00.08 / М. А. Никитина. – Барнаул, 2014. – 129 с.
98. Никитина, М. А. Кейс-метод как средство реализации федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования третьего поколения на занятиях по информатике / М. А. Никитина // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – № 3 (40).– С. 126-128.
99. Никонорова, М. Л. Методика обучения студентов медицинских специальностей компьютерному моделированию: автореф. дис. ... канд. пед. наук / М. Л. Никонорова. – СПб, 2013. – 22 с.
100. Новиков, Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.
101. Осоргин, А. Е. AnyLogic 6. Лабораторный практикум / А. Е. Осоргин. – Самара: ПГК, 2011. – 100 с.
102. Оськина, О. В. Методика обучения основам компьютерного моделирования будущих учителей физики в педвузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук / О. В. Оськина. – Самара, 2000. – 16 с.

103. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подгот. «Прикладная математика и информатика» / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский; ред. сов. сер. Ю. И. Журавлев, В. А. Садовничий, О. М. Белоцерковский [и др.]. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 234с.
104. Панфилова, А. П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Панфилова – М. Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.
105. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/poops/1/5/20110411161649.pdf>.
106. Примерная программа дисциплины «Компьютерное моделирование». Рекомендовано Министерством Образования Российской Федерации по специальности 030100 Информатика, 2000.
107. Программа дисциплины «Компьютерное моделирование» по направлению подготовки бакалавриата 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Математика» и «Информатика». – Кызыл, 2015. – Режим доступа: [http://ffkis.tuvsu.ru/upload/osnovnoy/RPD/FMF/440305\\_PO\\_Mat\\_Inf/2015/1204/B1.V.OD.21%20Komputernoye%20modelirovaniye.pdf](http://ffkis.tuvsu.ru/upload/osnovnoy/RPD/FMF/440305_PO_Mat_Inf/2015/1204/B1.V.OD.21%20Komputernoye%20modelirovaniye.pdf).
108. Программа дисциплины «Компьютерное моделирование» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Математика» и «Информатика». – Томск, 2016. – Режим доступа: [https://www.tspu.edu.ru/files/fmf\\_news/462/462\\_B1.V.ДВ.12\\_Компьютерное\\_моделирование.pdf](https://www.tspu.edu.ru/files/fmf_news/462/462_B1.V.ДВ.12_Компьютерное_моделирование.pdf).
109. Программа дисциплины «Компьютерное моделирование» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили подготовки Математика.



- Информатика и информационные технологии в образовании». – Борисоглебск, 2017. – Режим доступа: [http://bsk.vsu.ru/docs/sveden/education/44.03.05\\_MI/RP/Annot\\_CompMod\\_44.03.05\\_MI\\_06.09.17.pdf](http://bsk.vsu.ru/docs/sveden/education/44.03.05_MI/RP/Annot_CompMod_44.03.05_MI_06.09.17.pdf)
110. Программа дисциплины «Компьютерное моделирование» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль Информатика и математика. – Липецк, 2015. – Режим доступа: [http://lspu-lipetsk.ru/uploads/oop/annotation/Annotation\\_DIS\\_44030562imaop2015\\_Komp\\_juternoie\\_modelirovanie.pdf](http://lspu-lipetsk.ru/uploads/oop/annotation/Annotation_DIS_44030562imaop2015_Komp_juternoie_modelirovanie.pdf).
111. Программа дисциплины «Компьютерное моделирование» по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование» (профиль «Информатика»). – Екатеринбург, 2016. – Режим доступа: <https://uspu.ru/sveden/education/#docs>.
112. Прокубовская, А. О. Компьютерное моделирование как средство развития самостоятельной познавательной деятельности студентов вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02, 13.00.08 / А. О. Прокубовская. – Екатеринбург, 2002. – 22 с.
113. Прутченков, А. С. Кейс-метод в преподавании экономики в школе / А. С. Прутченков // Экономика в школе. – 2007. – №2. – С. 22-41; №3. – С. 29-37; №4. – С. 15-31
114. Радинова, Н. Ф. Перспективы развития педагогического образования: компетентностный подход / Н. Ф. Радинова, А. П. Тряпицына // Человек и образование. – 2006. – № 4-5. – С. 7-14.
115. Раскина, И. И. Вопросы постановки курса «Компьютерное моделирование» / И. И. Раскина // VII Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» («ИТО-98»). – 1998. – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/1998/>

116. Роберт, И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты) / И. В. Роберт – 3-е изд. – М.: ИИО РАО, 2010. – 356 с.
117. Розова, Н. Б. Применение компьютерного моделирования в процессе обучения: На примере изучения молекулярной физики в средней общеобразовательной школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01, 13.00.02 / Н. Б. Розова. – Вологда, 2002. – 26 с.
118. Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н. Ю. Салмина – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 90 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13930>.
119. Салмина, Н. Ю. Экономическое моделирование: учебное пособие / Н. Ю. Салмина. – Томск: Эль Контент, 2011. – 108 с.
120. Сальникова, М. Г. Особенности применения метода кейсов при обучении математике студентов технического университета / М. Г. Сальникова // Современные образовательные технологии в мировом учебно-воспитательном пространстве. – 2016. – №4. – С. 147-152.
121. Самарский, А. А. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1988. – 176 с.
122. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
123. Сафонов, В. И. Компьютерное моделирование: учебное пособие / В. И. Сафонов; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2009. – 92 с.
124. Селиванова, Э. Т. Методика обучения основам компьютерного моделирования в педагогическом вузе и школе: дис. ... канд. пед. наук / Э. Т. Селиванова. – Новосибирск, 2000. – 144 с.

125. Семакин, И. Г. Научно-методические основы построения базового курса информатики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / И. Г. Семакин. – Пермь, 2002. – 409 с.
126. Симонова, И. В. Кейс-технологии в программе повышения квалификации преподавателей для обучения студентов развитию информационной образовательной среды школы / И. В. Симонова // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве Сборник научных статей по материалам международной научной конференции. – 2017. – С. 152-155.
127. Смолянинова, О. Г. Дидактические возможности метода case study в обучении студентов / О. Г. Смолянинова // Гуманитарный вестник. — 2000. – № 3. – С. 32 – 35.
128. Смыковская, Т. К. Содержательный компонент методики использования контекстных задач при обучении информационным технологиям будущих учителей / Т. К. Смыковская, М. С. Горбузова, // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №3. – Режим доступа: [www.science-education.ru/123-20002](http://www.science-education.ru/123-20002)
129. Советов, Б. Я. Моделирование систем: Учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев – 3- изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
130. Сокольникова, Э. И. Особенности освоения метода «конкретных ситуаций» (case-study) в обучении/ Э.И. Сокольникова // Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. Педагогика и психология. – 2012. – № 1. – С. 75 –79.
131. Софронова, Н. В. Современные тенденции развития методики обучения информатике в школе / Н. В. Софронова // Актуальные проблемы математических и технических наук Электронный сборник научных статей. Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева. – 2016. – С. 44-50.

132. Сурмин, Ю. П. Ситуационный анализ или анатомия кейс-метода / Ю. П. Сурмин, А. С. Сидоренко, В. В. Лобода и др. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
133. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие / Ю. Ю. Тарасевич. Изд. 4-е испр. М.: Едиториал УРСС. – 2004. – 152 с.
134. Травкин, Е. И. Подготовка будущих педагогов профессионального обучения в области компьютерного имитационного моделирования на основе применения событийно-графового подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е. И. Травкин. – Курск, 2008. – 24 с.
135. Удалов, С. Р. Методические основы подготовки педагогов к использованию средств информатизации и информационных технологий в профессиональной деятельности: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / С. Р. Удалов. – Омск, 2005. – 328 с.
136. Федулова, К. А. Подготовка будущих педагогов профессионального обучения к компьютерному моделированию: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / К. А. Федулова. – Екатеринбург, 2014. – 26 с.
137. Филимонова, Е. В. Методика обучения учителей информатики информационному моделированию при разработке цифровых образовательных ресурсов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е. В. Филимонова. – Москва, 2010. – 26 с.
138. Филиппова, Л. С. Подходы к профессиональной ориентации выпускников школ в области информационных технологий / Л. С. Филиппова // Актуальные проблемы прикладной и школьной информатики сборник научных статей. – Чебоксары, 2019. – С. 90-94.
139. Форсайт, Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер. – М.: Мир, 1998. – 575 с.
140. Харин, Ю. С., Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие / Ю. С. Харин, В. И. Малюгин,

- В. П. Кирлица, В. И. Лобач, Г. А. Хацкевич. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
141. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты / А. В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2002. – Режим доступа: <http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm>.
142. Хуторской, А. В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций / А. В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2002. – Режим доступа: <http://eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.
143. Чуличков, А. И. Математические модели нелинейной динамики / А. И. Чуличков. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 296 с.
144. Шаталова, Е. А. Использование метода case-studies в профессиональной подготовке студентов педагогического вуза / Е. А. Шаталова // Концепт. – 2015. – № 19. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2015/75274.htm>.
145. Широкова, О. А. Практикум по компьютерному математическому моделированию. Часть II: Компьютерное моделирование физических процессов: учебно-методическое пособие / О. А. Широкова. – Казань: КФУ, 2015. – 85 с.
146. Шустер, П. Динамический хаос / П. Шустер – М.: Мир, 1998. – 253 с.
147. Юлдашев, З. Ю. Инновационные методы обучения: Особенности кейс-стади метода обучения и пути его практического использования / З. Ю. Юлдашев, Ш. И. Бобохужаев. – Ташкент: «IQTISOD-MOLIYA», 2006. – 88 с.

#### Тестовые задания констатирующего эксперимента

1. Модель – это ...
  - А) уменьшенная копия оригинала
  - Б) материальный или мысленно представляемый объект, который отражает существенные свойства изучаемого объекта
  - В) точная копия оригинала
  - Г) компьютерная программа, описывающая поведение объекта исследования
2. Основным требованием, предъявляемым к моделям, является
  - А) реальность
  - Б) дискретность
  - В) адекватность
  - Г) системность
3. К абстрактным моделям **не относятся**:
  - А) информационные
  - Б) математические
  - В) натурные
  - Г) вербальные
4. К детерминированным моделям относится ...
  - А) модель случайного блуждания частицы
  - Б) модель обращения клиентов телефонной сети к АТС
  - В) модель свободного падения тела в среде с сопротивлением
  - Г) модель игры «орел-решка»
5. Классификация по целям моделирования включает следующие модели:
  - А) стохастические
  - Б) оптимизационные
  - В) линейные
  - Г) информационные
6. Этапы компьютерного моделирования **не включают в себя**:
  - А) определение целей моделирования
  - Б) формализацию
  - В) адаптацию модели
  - Г) анализ результатов моделирования

7. Вербальной моделью является:
- А) сборник правил дорожного движения
  - Б) карта Волгограда
  - В) закон Ньютона
  - Г) снимок поверхности Луны
8. Модель свободного падения тела с учетом сопротивления среды описывается ...
- А) системой дифференциальных уравнений
  - Б) системой логарифмических уравнений
  - В) квадратным уравнением
  - Г) системой интегральных уравнений
9. Величины, от которых зависит поведение моделируемого объекта, называются:
- А) выходными параметрами модели
  - Б) решением модели
  - В) границами применимости модели
  - Г) входными параметрами модели
10. Математическая модель объекта – это ...
- А) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта моделирования
  - Б) описание внутренней структуры изучаемого объекта, сделанное в виде схемы
  - В) совокупность математических формул, отражающих существенные свойства объекта моделирования, и его поведение
  - Г) совокупность данных, отражающих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы
11. Информационной моделью является
- А) металлическая модель автомобиля
  - Б) сборник правил дорожного движения
  - В) формула закона всемирного тяготения
  - Г) таблица списка товаров на складе
12. Моделирование, при котором основой модели является алгоритм, воспроизводящий поведение объекта, называется ...
- А) описательным
  - Б) упрощенным
  - В) имитационным
  - Г) оптимизационным
13. По входным параметрам модели делятся на:

- А) линейные и нелинейные
- Б) стохастические и детерминированные
- В) модели с рассредоточенными и сосредоточенными параметрами
- Г) модели с распределенными и сосредоточенными параметрами

14. Совокупность математических формул, отражающих существенные свойства объекта моделирования и его поведения, называется ...

- А) натурной моделью
- Б) графической моделью
- В) статистической моделью
- Г) математической моделью

15. Основная цель исследования модели полета самолета в аэродинамической трубе – это:

- А) оптимизация
- Б) управление
- В) представление материальных объектов
- Г) понимание

16. Модель отражает:

- А) все признаки объекта
- Б) некоторые существенные признаки объекта
- В) существенные признаки объекта, важные с точки зрения цели моделирования
- Г) все существенные признаки объекта

17. В основе моделирования лежит:

- А) коммуникативный процесс
- Б) процесс передачи информации
- В) процесс хранения информации
- Г) процесс формализации

18. Какое утверждение из перечисленных ниже **ложно**:

- А) «Можно создавать и использовать разные модели объекта»
- Б) «Модель никогда не может заменить само явление»
- В) «Объект может служить моделью другого объекта, если он отражает его существенные признаки»
- Г) «Модель обладает всеми признаками моделируемого объекта»

19. Стохастическими системами называются ...

- А) системы, на поведение которых оказывают влияние случайные факторы
- Б) системы, эволюция которых детерминирована



- В) системы, поведение которых абсолютно предсказуемо
- Г) системы, на поведение которых влияют только детерминированные факторы
20. Последовательность чисел, полученная с помощью некоторой рекуррентной формулы, и обладающая свойствами, близкими к свойствам равномерно распределенных на  $[0,1]$  случайных чисел, называется ...
- А) случайной
- Б) адекватной
- В) дискретной
- Г) псевдослучайной
21. Компьютерное моделирование с использованием очереди не применимо для имитации работы системы следующего типа:
- А) магазин с одной кассой
- Б) телефонная станция
- В) сервер печати в компьютерной сети
- Г) регистратура поликлиники
22. Системы, в которых число разных состояний элементов или взаимосвязей между элементами комбинаторно велико или несчетно, называются ...
- А) прогрессивными системами
- Б) сложными системами
- В) динамическими системами
- Г) большими системами
23. По степени сложности системы делятся ...
- А) на дискретные и динамические
- Б) на замкнутые и открытые
- В) на простые, сложные и сверхсложные
- Г) на детерминированные и стохастические
24. К основным принципам теории систем и системного анализа относятся:
- А) регулярность
- Б) целостность
- В) полиморфность
- Г) адекватность
25. Системный подход - это:
- А) построение, изучение и применение математической модели
- Б) построение теории или какой-либо области знания в таком виде, который допускает использование математических методов исследования

- В) процесс выделения существенных для моделирования свойств объекта и связей между ними, с целью их описания
- Г) методология анализа и синтеза объектов, в основе которой лежит рассмотрение этих объектов как систем
26. Основная задача имитационного моделирования – это ...
- А) отразить все свойства исходного объекта
- Б) воспроизвести в модели поведение, характерное для объекта моделирования
- В) описать в виде схемы внутреннюю структуру изучаемого объекта
- Г) отразить информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы
27. Примером оптимизационной модели является ...
- А) задача расчета траектории движения спутника
- Б) задача описания процесса падения тела с учетом сопротивления среды
- В) задача планирования производства (с целью получения максимальной прибыли)
- Г) задача имитации поведения популяции
28. Дискретной случайной величиной называется ...
- А) случайная величина, множество возможных значений которой конечно, либо счетно
- Б) псевдослучайная величина
- В) случайная величина, которая может принимать любое значение из некоторого интервала
- Г) детерминированная величина
29. Два случайных события называются зависимыми, если ...
- А) ни одно из них не является следствием другого
- Б) одно наступает после другого
- В) появление одного из них не изменяет вероятность появления другого
- Г) вероятность появления одного события изменяется после появления другого
30. Основой имитационной модели является ...
- А) алгоритм, обеспечивающий сходство поведения объекта и его модели
- Б) информационная структура объекта
- В) схема внутренней структуры изучаемого объекта
- Г) совокупность математических формул, связывающих входные и выходные параметры модели

## Примеры кейсов по компьютерному моделированию

### Кейс «Оптимизационная модель планирования производства»

**Ситуационная задача:** Фирма производит выпуск разных моделей (конфигураций) компьютеров. Планируется организовать перевозки компьютеров из фирм в магазины. Предполагается, что транспортировка готовой продукции возможна из любого пункта производства в любой пункт потребления. План перевозок должен позволять полностью вывезти продукты всех производителей и полностью обеспечивать потребности всех потребителей. Поскольку транспортные издержки на перевозку компьютеров из пунктов производства в пункты потребления могут иметь разную цену, то требуется разработать оптимальный план перевозок, то есть, такой, при котором суммарные транспортные издержки были бы минимальными.

Известно, что четыре фирмы имеют следующие возможности производства: 200, 150, 225, 175 единиц в месяц. Пяти магазинам необходимо поставить 100, 200, 50, 250 и 150 единиц товара в месяц соответственно. Стоимость перевозок единиц продукции приведена в таблице 1.

Каким должен быть оптимальный план перевозок при заданной стоимости перевозок единиц продукции?

**Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи:**

1. Составить математическую модель задачи.
2. Средствами табличного процессора построить и исследовать оптимизационную модель планирования перевозок.
3. Определить оптимальный план перевозок при заданных ограничениях.

**Материалы, необходимые для выполнения заданий:**

1) *Исходные данные*

**Таблица 1. Стоимость перевозок**

Фирмы/магазины	Магазин1	Магазин2	Магазин3	Магазин4	Магазин5
Фирма1	1,5	2,0	1,75	2,25	2,25
Фирма2	2,5	2,0	1,75	1,00	1,50
Фирма3	2,0	1,5	1,5	1,75	1,75
Фирма4	2,0	0,5	1,75	1,75	1,75

**Программные средства для решения задачи:**

Табличный процессор OpenOffice.org Calc.

**Результаты исследования представьте в виде отчета, который включает:**

- 1) постановку задачи моделирования;
- 2) описание цели работы;
- 3) результат построения математической модели;
- 4) компьютерную модель;
- 5) решение модели;
- 6) формулирование выводов.

### **Кейс «Модель одномерного движения тела с учетом сопротивления среды»**

**Ситуационная задача:** В 2009 году в мире мобильных компьютерных игр произошло знаковое событие – компания Rovio выпустила первую версию игры Angry Birds. Основной сюжет – используя рогатку, игрок должен был запускать рассерженных птиц на игровое поле, которое надо было очистить от различных предметов и свиней, крадущих яйца у птиц для приготовления завтрака королю.

Примечательность игры – в крайней реалистичности «поведения» птиц и предметов на игровом поле. Траектории полета птиц, их поведение при столкновении с деревянными, каменными, ледяными и снежными предметами, изменение траектории перемещения птиц и предметов в воде и песке, влияние звезд при полете в космическом пространстве – всё это просчитано в игре с мельчайшими подробностями.

Насколько большую работу проделали разработчики игры? Тяжело ли математически рассчитать траектории перемещения предметов и птиц в средах с различным сопротивлением и при столкновении разнородных предметов?

Например, известно, что без учёта сопротивления окружающей среды тело, брошенное под углом к горизонту, движется по траектории параболы.

Очевидно, что при наличии сопротивления дальность полета тела будет меняться, но на какую величину? И как будет при этом меняться вид траектории движения тела?

**Задания, выполнение которых приводит к решению поставленной задачи:**

1. Построить математическую модель движения тела, брошенного под углом к горизонту, учитывающую сопротивление окружающей среды.
2. Провести численное моделирование процесса движения тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту, при заданных параметрах.
3. Определить зависимость дальности полета тела от угла  $\alpha$ , посредством проведения численного эксперимента.

4. Проанализировать влияние угла бросания на вид траектории тела.

**Материалы, необходимые для выполнения заданий:**

1) *Исходные параметры*

Масса тела – 4 кг, диаметр – 10 см, начальная скорость – 100 м/с.

2) *Справочные материалы о программных средствах компьютерного моделирования*

#### Система моделирования MVS


MVS представляет собой интегрированную графическую систему для быстрого создания интерактивных визуальных моделей сложных динамических систем и проведения вычислительных экспериментов с ними, без необходимости программирования.

Главными особенностями этой системы являются ее объектный характер, возможность моделирования гибридных систем (обладающих одновременно непрерывными и дискретными свойствами), решение моделей численными методами (выбор и настройку математического метода при этом осуществляет сама среда MVS) и развитые средства визуализации результатов моделирования.

Предусмотрена также возможность интерактивного взаимодействия пользователя с моделью при проведении вычислительного эксперимента.

#### *Этапы моделирования в MVS*

*Шаг 1.* Создание нового проекта

После запуска системы MVS выберите пункт главного меню *Проект\Новый...* (или нажмите кнопку  на панели инструментов). В окне Новый проект укажите имя проекта, путь к папке хранения проекта (файл \*.mvb).

После создания проекта в среде MVS появятся следующие окна:

- *окно проекта*, которое содержит составляющие проекта;
- *окно виртуального стенда*, которое содержит структурную схему моделируемой системы, блоки и связи между ними;
- *окно класса* содержит дерево составляющих класса (по умолчанию в него добавлена пустая система уравнений с именем *Система\_уравнений\_1*);
- *окно системы уравнений* *Система\_уравнений\_1*.

Система MVS создает две среды (два набора окон):

- 1) для задания и редактирования модели;
- 2) для решения модели и визуализации результатов моделирования.


*Шаг 2.* Ввод параметров, переменных, констант модели

В окне класса выделите в дереве объектов узел *Внутренние переменные*, вызовите контекстное меню и выберите команду *Добавить*. В появившемся окне введите имя, тип и начальное значение переменной. Система MVS различает строчные и прописные буквы и не воспринимает пробелы, любое имя должно начинаться с буквы. Можно изменять или удалять введенные определения с помощью команд контекстного меню.

### Шаг 3. Ввод уравнений модели




В окне системы уравнений класса с помощью двойного щелчка мышью вызовите редактор формул (или в окне класса с помощью двойного щелчка мышью на узле *Уравнения* или команды *Изменить* контекстного меню), который позволяет вводить математические выражения в виде, близком к математической форме записи. С помощью этого редактора введите необходимые уравнения. Специальный знак производной  $\frac{d}{dt}$  вводится с помощью кнопок на панели инструментов.


### Шаг 4. Создание выполняемой модели

Запуск модели осуществляется с помощью кнопки . В появившемся окне визуальной модели:

- в левой части инструментальной панели отображается текущее значение модельного времени (начальное значение равно нулю);
- в левом верхнем углу расположено окно «виртуального стенда», которое отражает структуру модели;
- окно переменных модели (параметры приняли указанные значения, а фазовые переменные инициализированы заданными выражениями).


### Шаг 5. Запуск и рестарт модели

Запустите выполнение модели с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Пуск*). При этом начнут изменяться модельное время и значения переменных. Остановка выполнения модели осуществляется с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Стоп*). Возврат модели в начальное состояние производится с помощью кнопки  (или пункт главного меню *Моделирование\Рестарт*). В результате остановки и рестарта модели данный экземпляр испытываемой системы будет уничтожен и создан новый с начальными значениями переменных, а модельное время снова будет равно нулю.

Не очень сложные уравнения решаются достаточно быстро. С помощью кнопки  (или пункт главного меню *Установки\Модель*) вызовите диалоговое окно редактирования установок. Переключите параметр Соотношение модельного и реального времени из

положения так быстро как можно в положение число. По умолчанию это 1, т. е. моделирование осуществляется в реальном времени. Изменяя это число, можно ускорять или замедлять прогон модели (так же задать время остановки прогона модели и другие параметры).

#### *Шаг 6. Построение временной и фазовой диаграмм*

С помощью кнопки  (или пункт главного меню *Окна\Новая диаграмма*) создайте окно диаграммы (по умолчанию это будет временная диаграмма, т. е. по оси абсцисс будут откладываться значения модельного времени). Методом «Drag-and-drop» перетащите в окно *Временная диаграмма* из окна переменных переменную, значение которой необходимо отложить по оси ординат. С помощью контекстного меню выберите команду *Настройка*. В появившемся диалоге настроек можно задавать различные параметры.

Для построения фазовой диаграммы создайте новую диаграмму, перетащите в нее необходимые переменные, а затем правой кнопкой мыши откройте на ней контекстное меню и выберите команду *Настройка*. В появившемся диалоге настроек укажите с помощью двойного щелчка мышью в поле X, что по оси абсцисс должны откладываться значения необходимой переменной.

#### ***Программные средства для решения задачи:***

Система моделирования MVS (Model Vision Studium).

#### ***Результаты исследования представьте в виде отчета, который включает:***

- 1) постановку задачи моделирования;
- 2) формулирование цели и гипотезы исследования;
- 3) результат построения математической модели;
- 4) компьютерную модель;
- 5) описание результатов проведения эксперимента с моделью;
- 6) проведение анализа результатов, формулирование выводов.

**Программа учебной дисциплины «Компьютерное моделирование»**

по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование»,

профиль «Информатика»

**1. Цель освоения дисциплины**

Сформировать у студентов систему знаний и умений в области компьютерного математического и имитационного моделирования для решения профессиональных задач.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Компьютерное моделирование» относится к вариативной части блока дисциплин. Для освоения дисциплины «Компьютерное моделирование» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин «Архитектура компьютера», «Высокоуровневые методы программирования», «Информационные системы», «Информационные технологии», «Компьютерная графика», «Методы и средства защиты информации», «Операционная система Linux», «Основы искусственного интеллекта», «Основы робототехники», «Офисные технологии», «Построение Windows-сетей», «Практикум по решению задач на ЭВМ», «Программирование», «Программные средства информационных систем», «Проектирование информационных систем», «Разработка Flash-приложений», «Разработка интернет-приложений», «Разработка эффективных алгоритмов», «Современные языки программирования», «Специализированные математические пакеты», «Теоретические основы информатики», «Теория чисел и числовые системы», «Эксплуатация компьютерных систем».

**3. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями: – готовностью применять предметные и метапредметные знания фундаментальной и прикладной информатики для решения теоретических и практических задач, реализации аналитических и технологических решений в области представления и обработки информации, информатизации образования (СК-1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

- основные понятия моделирования;
- различные классификации моделей;
- примеры моделей в различных областях науки и практики;
- основы системного подхода в моделировании;



- основные подходы к моделированию случайных процессов;
- основные понятия и принципы имитационного моделирования;
- уметь
- разрабатывать и анализировать модели в различных областях деятельности;
- использовать основные методы имитационного моделирования;
- использовать современные программные средства компьютерного моделирования;
- владеть
- навыками разработки и анализа моделей;
- навыком проведения вычислительного эксперимента;
- представлениями о моделировании динамических систем.

#### 4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	50	50
В том числе:		
Лекции (Л)	10	10
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	40	40
<b>Контроль</b>	36	36
Вид промежуточной аттестации		экзамен
Общая трудоёмкость	часы	126
	зачётные единицы	3,5
		126
		3,5

#### 5. Краткое содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Моделирование и его виды	Модели. Моделирование как универсальный метод познания. Натурные и абстрактные модели. Виды абстрактных моделей. Математическое моделирование. Компьютерное моделирование. Имитационное моделирование. Цели и основные этапы компьютерного математического моделирования. Аналитическое и численное

		моделирование. Вычислительный эксперимент. Анализ и интерпретация моделей. Различные подходы к классификации математических моделей.
2	Детерминированные модели. Системный подход в моделировании	Примеры детерминированных математических моделей в различных областях науки и практики. Системный подход в моделировании. Основные понятия и принципы теории систем и системного анализа. Различные классификации систем. Моделирование систем.
3	Моделирование стохастических систем	Стохастические системы. Псевдослучайные числа. Общие алгоритмы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин. Примеры стохастических моделей. Моделирование систем массового обслуживания.
4	Имитационное моделирование	Имитационное моделирование. Примеры имитационных моделей. Основные подходы, используемые в имитационном моделировании. Обзор основных программных пакетов имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования. Модельное время. Принципы его организации. Моделирование систем массового обслуживания
5	Моделирование динамических систем. Хаос и самоорганизация	Моделирование динамических систем (ДС). Фазовая характеристика ДС. Качественное исследование поведения ДС. Инструментальные средства для моделирования ДС. Детерминированный хаос и самоорганизация в ДС.

## 5.2. Количество часов и виды учебных занятий по разделам дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Моделирование и его виды	2	6	4	10	22
2	Детерминированные модели. Системный подход в моделировании	2	4	8	6	20
3	Моделирование стохастических систем	2	2	2	6	12
4	Имитационное моделирование	2	4	2	8	16
5	Моделирование	2	4	4	10	20

	динамических систем. Хаос и самоорганизация					
--	------------------------------------------------	--	--	--	--	--

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Информатика и вычислит. техника" и "Информ. системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 342, [2] с. : рис. - Библиогр. : с. 340-341. - ISBN 978-5-06-003860-6; 60 экз. : 354-20..

2. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Салмина Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13930>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Могилев, А. В. Информатика [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по пед. специальностям / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер ; под ред. Е. К. Хеннера. - 5-е изд., стер. - М. : Изд. центр "Академия", 2007. - 840, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-7695-4547-4; 30 экз. : 399-30.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 030100 Информатика / Ю. Ю. Тарасевич. - 4-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2004. - 148,[1] с. - Библиогр.: с. 148-149 (20 назв.). - ISBN 5-354-00913-8; 20 экз. : 181-31..

2. Балдин К.В. Информационные системы в экономике [Электронный ресурс]: учебник/ Балдин К.В., Уткин В.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 395 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52298>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черняева С.Н., Денисенко В.В.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

4. Павловский, Ю. Н. Имитационное моделирование [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подгот. "Прикладная математика и информатика" / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский ; ред. сов. сер. Ю. И. Журавлев, В. А. Садовничий, О. М. Белоцерковский [и др.]. - М. : Изд. центр "Академия", 2008. - 234, [2] с. : ил. - (Университетский учебник) (Прикладная

математика и информатика). - Библиогр. : с. 231-233. - ISBN 978-5-7695-3967-1; 20 экз. : 342-10..

5. Королёв А. Л. Компьютерное моделирование [Текст] : [учеб. пособие для пед. вузов по специальности "Информатика"] / А. Л. Королёв. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. - 230 с. - (Педагогическое образование). - Библиогр.: с. 223-228 (114 назв.). - ISBN 978-5- 94774-487-3; 5 экз. : 181-80.

### **7. Ресурсы Интернета**

Перечень ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины:

1. Интернет-университет информационных технологий INTUIT.ru. – URL: <http://www.intuit.ru/>.

2. Сайт о системе имитационного моделирования AnyLogic. – URL: <http://www.anylogic.ru/>.

### **8. Информационные технологии и программное обеспечение**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Система программирования Turbo Delphi.
2. Универсальная система моделирования MVS (Model Vision Studium).
3. Система компьютерной алгебры Maxima.
4. Система имитационного моделирования GPSS World.
5. Офисный пакет Open Office.

### **9. Материально-техническая база**

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Компьютерное моделирование» необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

1. Учебный компьютерный класс для проведения лабораторных занятий.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий.
3. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий.

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина «Компьютерное моделирование» относится к вариативной части блока дисциплин. Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций, проведение практических занятий и лабораторных работ. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Лекционные занятия направлены на формирование глубоких, систематизированных знаний по разделам дисциплины. В ходе лекций преподаватель раскрывает основные, наиболее сложные понятия дисциплины, а также связанные с ними теоретические и

практические проблемы, даёт рекомендации по практическому освоению изучаемого материала. В целях качественного освоения лекционного материала обучающимся рекомендуется составлять конспекты лекций, использовать эти конспекты при подготовке к практическим занятиям, промежуточной и итоговой аттестации.

Практические занятия являются формой организации педагогического процесса, направленной на углубление научно-теоретических знаний и овладение методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения учебных действий в сфере изучаемой науки. Практические занятия предполагают детальное изучение обучающимися отдельных теоретических положений учебной дисциплины. В ходе практических занятий формируются умения и навыки практического применения теоретических знаний в конкретных ситуациях путем выполнения поставленных задач, развивается научное мышление и речь, осуществляется контроль учебных достижений обучающихся.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с теоретическим материалом дисциплины по изучаемым темам – разобрать конспекты лекций, изучить литературу, рекомендованную преподавателем. Во время самого занятия рекомендуется активно участвовать в выполнении поставленных заданий, задавать вопросы, принимать участие в дискуссиях, аккуратно и своевременно выполнять контрольные задания.

Лабораторная работа представляет собой особый вид индивидуальных практических занятий обучающихся, в ходе которых используются теоретические знания на практике, применяются специальные технические средства, различные инструменты и оборудование. Такие работы призваны углубить профессиональные знания обучающихся, сформировать умения и навыки практической работы в соответствующей отрасли наук. В процессе лабораторной работы обучающийся изучает практическую реализацию тех или иных процессов, сопоставляет полученные результаты с положениями теории, осуществляет интерпретацию результатов работы, оценивает возможность применения полученных знаний на практике.

При подготовке к лабораторным работам следует внимательно ознакомиться с теоретическим материалом по изучаемым темам. Необходимым условием допуска к лабораторным работам, предполагающим использованием специального оборудования и материалов, является освоение правил безопасного поведения при проведении соответствующих работ. В ходе самой работы необходимо строго придерживаться плана работы, предложенного преподавателем, фиксировать промежуточные результаты работы для отчета по лабораторной работе.

Контроль за качеством обучения и ходом освоения дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Рейтинговая система предполагает 100-балльную оценку успеваемости студента по учебной дисциплине в течение семестра, 60 из которых отводится на текущий контроль, а 40 – на промежуточную аттестацию по дисциплине. Критериальная база рейтинговой оценки, типовые контрольные задания, а также методические материалы по их применению описаны в фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к данной программе.

### **11. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, а также изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины. Такая работа может предполагать проработку теоретического материала, работу с научной литературой, выполнение практических заданий, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, выполнение творческих работ.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по 8 дисциплине представлено в рабочей программе и включает в себя:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- информационно-справочные и образовательные ресурсы Интернета;
- оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Конкретные рекомендации по планированию и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Компьютерное моделирование» представлены в методических указаниях для обучающихся, а также в методических материалах фондов оценочных средств.

### **12. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств, включающий перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы является приложением к программе учебной дисциплины.

**Разработчики:** Маркович Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры информатики и методики преподавания информатики ФГБОУ ВО «ВГСПУ», Усольцев Вадим Леонидович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики и методики преподавания информатики ФГБОУ ВО «ВГСПУ».

## **Программа учебной дисциплины «Компьютерное моделирование в образовании»**

по направлению 44.04.01 «Педагогическое образование»,  
магистерская программа «Информатика в образовании»

### **1. Цель освоения дисциплины**

формирование представлений об образовательном компьютерном моделировании и его средствах.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Компьютерное моделирование в образовании» относится к вариативной части блока дисциплин.

Профильной для данной дисциплины является педагогическая профессиональная деятельность.

Для освоения дисциплины «Компьютерное моделирование в образовании» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплины «Методические системы обучения информатике в общеобразовательной и профессиональной школе», прохождения практики «Научно-исследовательская работа».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Инновационные процессы в образовании 2», «Дистанционные образовательные технологии в обучении информатике», «Интерактивные технологии в обучении информатике», «Информационная безопасность личности», «Методика профильного обучения информатике в школе», «Мультимедиа технологии в обучении информатике», «Пропедевтика обучения информатике в школе», «Реализация деятельностного подхода в обучении информатике», «Социальная информатика», «Формирование основ научного мировоззрения в курсе информатики», «Электронные образовательные ресурсы в обучении информатике», прохождения практик «Научно-исследовательская практика», «Научно-исследовательская работа», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Педагогическая)», «Преддипломная практика».

### **3. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:



– готовностью к разработке и реализации методик, технологий и приемов обучения, к анализу результатов процесса их использования в организациях, осуществляющих образовательную деятельность (ПК-4);

– готовностью изучать научные основы фундаментальной и прикладной информатики, оценивать и выбирать информационные технологии для создания и применения информационных систем и сервисов для сферы образования (СК-1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

– направления компьютерного моделирования и их основные образовательные возможности;

– основные характеристики и возможности типичных представителей различных классов систем компьютерного моделирования

уметь

– использовать основные виды программных средств компьютерного моделирования;

владеть

– представлениями о классах систем компьютерного моделирования;

– навыками работы с программными комплексами визуального моделирования;

– опытом разработки графических моделей.

#### 4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		1 / 2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	50	10 / 40
В том числе:		
Лекции (Л)	10	10 / –
Практические занятия (ПЗ)	–	– / –
Лабораторные работы (ЛР)	40	– / 40
<b>Самостоятельная работа</b>	112	26 / 86
<b>Контроль</b>	54	– / 54
Вид промежуточной аттестации		зачет / экзамен
Общая трудоёмкость	часы	216
	зачётные единицы	6
		36 / 180
		1 / 5

## 5. Краткое содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Образовательное компьютерное моделирование	Направления компьютерного моделирования и их образовательные возможности. Имитационное моделирование. Моделирование средствами символьных вычислений. Моделирование динамических систем. Геометрическое моделирование. Информационное моделирование. Классификация и обзор систем компьютерного моделирования.
2	Средства образовательного компьютерного моделирования	Системы компьютерного моделирования. Программные комплексы визуального моделирования. Виртуальные образовательные компьютерные среды. Системы векторной графики и 3D-моделирования. Системы виртуальной и дополненной реальности. Средства интеллектуального анализа данных.

### 5.2. Количество часов и виды учебных занятий по разделам дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Образовательное компьютерное моделирование	4	–	10	36	50
2	Средства образовательного компьютерного моделирования	6	–	30	76	112

## 6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### 6.1. Основная литература

1. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Салмина Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13930>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Советов, Б. Я. Моделирование систем [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Информатика и вычислит. техника" и "Информ. системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 342, [2] с. : рис. - Библиогр. : с. 340-341. - ISBN 978-5-06-003860-6; 60 экз. : 354-20.

3. Чубукова И.А. Data Mining [Электронный ресурс]/ Чубукова И.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 470 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56315>.— ЭБС «IPRbooks».

## **6.2. Дополнительная литература**

1. Королёв А. Л. Компьютерное моделирование [Текст] : [учеб. пособие для пед. вузов по специальности "Информатика"] / А. Л. Королёв. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 230 с. - (Педагогическое образование). - Библиогр.: с. 223-228 (114 назв.). - ISBN 978-5-94774-487-3; 5 экз. : 181-80.

2. Горельская Л.В. Компьютерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Компьютерная графика»/ Горельская Л.В., Кострюков А.В., Павлов С.И.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2003.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21601.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2003. 296 с. 30 экз..

## **7. Ресурсы Интернета**

Перечень ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины:

1. Официальный сайт системы имитационного моделирования AnyLogic. – URL: <http://www.anylogic.ru/>.

2. Интернет-университет информационных технологий INTUIT.ru. – URL: <http://www.intuit.ru/>.

3. Кричевский М.Л. Интеллектуальный анализ данных в менеджменте [Электронный ресурс] / Кричевский М.Л. — СПб., СПбГУАП, 2005. 208 с. — Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/889/44889/files/Krichevskiy.pdf>.

## **8. Информационные технологии и программное обеспечение**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Универсальная система моделирования MVS (Model Vision Studium).

2. Система имитационного моделирования AnyLogic PLE.

3. Пакет трехмерной компьютерной графики Blender.

4. Система «Компас-3D LT».

5. Пакет векторной графики Asymptote.

## **9. Материально-техническая база**

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Компьютерное моделирование» необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

1. Учебная аудитория с мультимедийной поддержкой для проведения лекционных занятий.
2. Учебный компьютерный класс для проведения лабораторных занятий.
3. Аудитория для проведения самостоятельной работы студентов с доступом к сети Интернет.

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина «Компьютерное моделирование в образовании» относится к вариативной части блока дисциплин. Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций и проведение лабораторных работ. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, экзамена.

Лекционные занятия направлены на формирование глубоких, систематизированных знаний по разделам дисциплины. В ходе лекций преподаватель раскрывает основные, наиболее сложные понятия дисциплины, а также связанные с ними теоретические и практические проблемы, даёт рекомендации по практическому освоению изучаемого материала. В целях качественного освоения лекционного материала обучающимся рекомендуется составлять конспекты лекций, использовать эти конспекты при подготовке к практическим занятиям, промежуточной и итоговой аттестации.

Лабораторная работа представляет собой особый вид индивидуальных практических занятий обучающихся, в ходе которых используются теоретические знания на практике, применяются специальные технические средства, различные инструменты и оборудование. Такие работы призваны углубить профессиональные знания обучающихся, сформировать умения и навыки практической работы в соответствующей отрасли наук. В процессе лабораторной работы обучающийся изучает практическую реализацию тех или иных процессов, сопоставляет полученные результаты с положениями теории, осуществляет интерпретацию результатов работы, оценивает возможность применения полученных знаний на практике.

При подготовке к лабораторным работам следует внимательно ознакомиться с теоретическим материалом по изучаемым темам. Необходимым условием допуска к лабораторным работам, предполагающим использованием специального оборудования и материалов, является освоение правил безопасного поведения при проведении соответствующих работ. В ходе самой работы необходимо строго придерживаться плана работы, предложенного преподавателем, фиксировать промежуточные результаты работы для отчета по лабораторной работе.

Контроль за качеством обучения и ходом освоения дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Рейтинговая система предполагает 100-балльную оценку успеваемости студента по учебной дисциплине в течение семестра, 60 из которых отводится на текущий контроль, а 40 – на промежуточную аттестацию по дисциплине. Критериальная база рейтинговой оценки, типовые контрольные задания, а также методические материалы по их применению описаны в фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к данной программе.

### **11. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, а также изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины. Такая работа может предполагать проработку теоретического материала, работу с научной литературой, выполнение практических заданий, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, выполнение творческих работ.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине представлено в рабочей программе и включает в себя:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- информационно-справочные и образовательные ресурсы Интернета;
- оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Конкретные рекомендации по планированию и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Компьютерное моделирование в образовании» представлены в методических указаниях для обучающихся, а также в методических материалах фондов оценочных средств.

### **12. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств, включающий перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные

задания и методические материалы является приложением к программе учебной дисциплины.

**Разработчики:** Маркович Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры информатики и методики преподавания информатики ФГБОУ ВО «ВГСПУ».