

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный аграрный университет»

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической
комиссии экономического факультета

 И.Е. Шпагина

«20» февраля 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан
экономического факультета

 И.А. Бондин

«20» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) программы
Прикладная информатика в экономике

Квалификация
«Бакалавр»

Форма обучения – очная

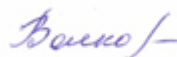
Пенза – 2023

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённого приказом Минобрнауки РФ от 19 сентября 2017 года № 922.

Составитель рабочей программы:

доцент кафедры «Финансы и информатизация бизнеса»,

канд. экон. наук,
(уч. степень, ученое звание)



(подпись)

Г.А. Волкова
(инициалы, Ф.)

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент

(уч. степень, ученое звание)



(подпись)

Н.М. Семикова
(инициалы, Ф.)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Финансы и информатизация бизнеса»

«20» февраля 2023 года, протокол № 6 .

Заведующий кафедрой:

канд. экон. наук, доцент

(уч. степень, ученое звание)



(подпись)

О.А. Тагирова
(инициалы, Ф.)

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии экономического факультета «20» февраля 2023 года, протокол №7

Председатель методической комиссии
экономического факультета



И.Е. Шпагина

Рецензия
на рабочую программу дисциплины
Имитационное моделирование
Направление подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика
Направленность (профиль) программы – Прикладная информатика в экономике
Квалификация (степень) выпускника – бакалавр
разработанную доцентом кафедры «Финансы и информатизация бизнеса»
Г.А. Волковой

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённого приказом Минобрнауки РФ от 19 сентября 2017 года № 922, с учетом требований профессионального стандарта «Специалист по информационным системам».

Программа содержит все структурные элементы, предусмотренные локальными нормативными актами ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

Рабочая программа отражает базовые сведения об имитационном моделировании. Позволяет сформировать комплексное представление об основных целях, задачах и методах имитационного моделирования.

В рабочей программе раскрывается содержание и последовательность изучения тем дисциплины. Содержание дисциплины структурировано по видам учебных занятий с указанием их объемов. Учтены требования по распределению часов в пределах максимальной нагрузки на аудиторские занятия и самостоятельную работу. Представлен тематический план лекций и лабораторных занятий. Указано учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения, интернет-ресурсов. Указаны аудитории с перечнем оборудования и технических средств обучения, обеспечивающих проведение всех видов учебной работы по дисциплине.

Оценочные материалы включают вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В целом рецензируемая рабочая программа удовлетворяет требованиям ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика и локальным нормативным актам ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ и может быть рекомендована к использованию в учебном процессе.

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика и математика»

Н.М. Семикова

ВЫПИСКА

из протокола № 7 заседания методической комиссии
экономического факультета
от 20 февраля 2023 г.

Присутствовали члены методической комиссии:

Бондин И.А., Лаврина О.В., Позубенкова Э.И., Шпагина И.Е.,
Бондина Н.Н., Столярова О.А., Тагирова О.А., Сологуб Н.Н.

Повестка дня:

Вопрос 1 Рассмотрение и утверждение рабочей программы дисциплины «Имитационное моделирование» для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике, разработанной доцентом кафедры: «Финансы и информатизация бизнеса» Г.А. Волковой.

Слушали: Тагирова О.А., которая представила рабочую программу дисциплины «Имитационное моделирование» для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике на рассмотрение методической комиссии и отметила, что данная рабочая программа разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённого приказом Минобрнауки РФ от 19 сентября 2017 года № 922, с учетом требований профессионального стандарта «Специалист по информационным системам», отвечает предъявляемым требованиям, рассмотрена на заседании кафедры «Финансы и информатизация бизнеса» (протокол № 6 от 20 февраля 2023 г.) и может быть использована в учебном процессе экономического факультета.

Постановили: утвердить рабочую программу дисциплины «Имитационное моделирование» для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике.

Председатель методической комиссии
экономического факультета



/И.Е. Шпагина/

Лист регистрации изменений и дополнений к рабочей программе
дисциплины «Имитационное моделирование»

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, № протокола, виза зав. кафедрой	Дата, № про- токола, виза председателя методиче- ской комис- сии	С какой даты вво- дятся
1	10 Материально- техническая база, необ- ходимая для осуществ- ления образовательного процесса по дисциплине	Новая редакция таблицы 10.1 «Материально- техническое обеспечение дисциплины»	Протокол № 12 от 30.08.23 	Протокол № 9 от 30.08.2023 	01.09.2023

Лист регистрации изменений и дополнений к рабочей программе
дисциплины «Имитационное моделирование»

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, № протокола, виза зав. ка- федрой	Дата, № протокола, виза председа- теля методиче- ской комиссии	С какой даты вводятся
1	2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы бакалавриата	Внесены изменения в подраздел «Трудовые действия, необходимые умения и знания» в части обновления профессионального стандарта «Специалист по информационным системам», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.07.2023 № 586н»	28.08.2024 протокол № 12 	28.08.2024 протокол № 8 	01.09.2024
2	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблиц 9.1.1 «Основная литература» и 9.1.2 «Дополнительная литература»			
3	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблицы 9.2.1 «Перечень информационных технологий (перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине»			
4	10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	Новая редакция таблицы 10.1 «Материально-техническое обеспечение дисциплины»			

Лист регистрации изменений и дополнений к рабочей программе
дисциплины «Имитационное моделирование»

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, № протокола, виза зав. ка- федрой	Дата, № протокола, виза председа- теля методиче- ской комиссии	С какой даты вводятся
1	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблиц 9.1.1 «Основная литература» и 9.1.2 «Дополнительная литература»	23.06.2025 протокол № 11 	29.08.2025 протокол № 6 	01.09.2025
2	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблицы 9.2.1 «Перечень информационных технологий (перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине»			
3	10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	Новая редакция таблицы 10.1 «Материально-техническое обеспечение дисциплины»			

Лист регистрации изменений и дополнений к рабочей программе
дисциплины «Имитационное моделирование»

№ п/п	Раздел	Изменения и дополнения	Дата, № протокола, виза зав. ка- федрой	Дата, № протокола, виза предсе- дателя мето- дической ко- миссии	С какой да- ты вводятся
1	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблиц 9.1.1 «Основная литература» и 9.1.2 «Дополнительная литература»	22.06.2026 протокол № 10 	31.08.2026 протокол № 4 	01.09.2026
2	9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Новая редакция таблицы 9.2.1 «Перечень информационных технологий (перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине»			
3	10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	Новая редакция таблицы 10.1 «Материально-техническое обеспечение дисциплины»			

1 Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины ознакомление студентов с основными методами решения задач на основе имитационного моделирования, получение навыков создания моделей систем различного назначения, изучение методов планирования экспериментов, применение полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями систем различной сложности.

Задачи дисциплины:

В условиях рынка моделирование становится одним из основных инструментов управления экономическим развитием больших. В задачи изучения дисциплины входит научить студентов использовать современный математический аппарат и информационные технологии в практической деятельности, а именно:

- знать методологические основы имитационного моделирования;
- уметь создавать модели систем различного назначения;
- пользоваться математическим аппаратом и соответствующими информационными технологиями.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы бакалавриата

Дисциплина «Имитационное моделирование» направлена на формирование универсальных компетенций (УК) и профессиональных компетенций (ПК):

способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

способен моделировать бизнес-процессы и предметную область в сфере экономики (ПК-5).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Имитационное моделирование», оцениваются при помощи контрольных мероприятий, приведенных в таблице 2.1

В результате изучения дисциплины «Имитационное моделирование» обучающийся должен получить знания и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения следующих трудовых действий.

Профессиональный стандарт ПС 06.015 «Специалист по информационным системам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. N 896н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 декабря 2014 г., регистрационный № 35361), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. N 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230).

Обобщенная трудовая функция – ОТФ С/3.3 «Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы».

Трудовая функция – код С/01.6 ТФ 3.3.1 «Определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в ИС на этапе предконтрактных работ».

Трудовые действия, необходимые умения и знания:

- выявление первоначальных требований заказчика к ИС
уметь:
- проводить презентации
знать:
- основы теории систем и системного анализа
- методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов
- основы управления торговлей, поставками и запасами
- инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации

Таблица 2.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине «Имитационное моделирование», индикаторы достижения компетенций УК-2, ПК-5, перечень контрольных мероприятий

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование контрольных мероприятий *
1	ИД-З _{УК-2}	Осуществляет анализ показателей в рамках определенных задач, поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения	31 (ИД-З _{УК-2})	Знать: этапы построения имитационных моделей, принципы построения имитационного алгоритма	задача (практическое задание), тест, зачет
			У1 (ИД-З _{УК-2})	Уметь: анализировать показатели в рамках поставленной цели для конструирования компонентов модели	
			В1 (ИД-З _{УК-2})	Владеть: навыками планирования модельного эксперимента и его реализации с учетом целей и требований, предъявляемых результатам моделирования	
2	ИД-2 _{ПК-5}	Умеет выявлять структуру прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-2 _{ПК-5})	Знать: содержание отдельных этапов построения имитационных моделей	задача (практическое задание), зачет
			У2 (ИД-2 _{ПК-5})	Уметь: выявлять структуру изучаемых процессов в процессе описания информационной модели	
			В2 (ИД-2 _{ПК-5})	Владеть навыками выделения частных, наиболее важных факторов реальной системы предметной области	
	ИД-3 _{ПК-5}	Описывает состав прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-3 _{ПК-5})	Знать: принципы описания состава прикладных процессов и предметной области	тест, зачет
			У2 (ИД-3 _{ПК-5})	Уметь: формализовывать описание прикладных (бизнес) процессов для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.	
			В2 (ИД-3 _{ПК-5})	Владеть: навыками разработки имитационных моделей с описанием прикладных процессов	

* Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, в т.ч. в форме заданий тестового типа, представлены в Приложении.

Задания тестового типа могут быть использованы при проведении диагностических процедур, в т.ч. диагностической работы, в рамках НОКО.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы бакалавриата (редакция от 01.09.2024)

Дисциплина «Имитационное моделирование» направлена на формирование универсальных компетенций (УК) и профессиональных компетенций (ПК):

способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);

способен моделировать бизнес-процессы и предметную область в сфере экономики (ПК-5).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Имитационное моделирование», оцениваются при помощи контрольных мероприятий, приведенных в таблице 2.1

В результате изучения дисциплины «Имитационное моделирование» обучающийся должен получить знания и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения следующих трудовых действий.

Профессиональный стандарт ПС 06.015 «Специалист по информационным системам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.07.2023 № 586н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 августа 2023 г., регистрационный № 74817.)

Обобщенная трудовая функция – ОТФ С/3.3 «Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы».

Трудовая функция – код С/01.6 ТФ 3.3.1 «Определение первоначальных требований заказчика к ИС и возможности их реализации в ИС на этапе предконтрактных работ»

Трудовые действия, необходимые умения и знания:

- выявление первоначальных требований заказчика к ИС
знать:
- методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов
- инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации

Таблица 2.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине «Имитационное моделирование», индикаторы достижения компетенций УК-2, ПК-5, перечень контрольных мероприятий

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование контрольных мероприятий *
1	ИД-З _{УК-2}	Осуществляет анализ показателей в рамках определенных задач, поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения	31 (ИД-З _{УК-2})	Знать: этапы построения имитационных моделей, принципы построения имитационного алгоритма	задача (практическое задание), тест, зачет
			У1 (ИД-З _{УК-2})	Уметь: анализировать показатели в рамках поставленной цели для конструирования компонентов модели	
			В1 (ИД-З _{УК-2})	Владеть: навыками планирования модельного эксперимента и его реализации с учетом целей и требований, предъявляемых результатам моделирования	
2	ИД-2 _{ПК-5}	Умеет выявлять структуру прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-2 _{ПК-5})	Знать: содержание отдельных этапов построения имитационных моделей	задача (практическое задание), зачет
			У2 (ИД-2 _{ПК-5})	Уметь: выявлять структуру изучаемых процессов в процессе описания информационной модели	
			В2 (ИД-2 _{ПК-5})	Владеть навыками выделения частных, наиболее важных факторов реальной системы предметной области	
	ИД-3 _{ПК-5}	Описывает состав прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-3 _{ПК-5})	Знать: принципы описания состава прикладных процессов и предметной области	тест, зачет
			У2 (ИД-3 _{ПК-5})	Уметь: формализовывать описание прикладных (бизнес) процессов для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.	
			В2 (ИД-3 _{ПК-5})	Владеть: навыками разработки имитационных моделей с описанием прикладных процессов	

* Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, в т.ч. в форме заданий тестового типа, представлены в Приложении.

Задания тестового типа могут быть использованы при проведении диагностических процедур, в т.ч. диагностической работы, в рамках НОКО.

3. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата

Дисциплина «Имитационное моделирование» включена в Блок Б1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.01.02).

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины, относятся знания, умения, навыки и компетенции, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Математика», «Дискретная математика», «Исследование операций и методы оптимизации». Знания и навыки, полученные в процессе изучения дисциплины «Имитационное моделирование» будут использованы студентами при написании выпускной квалификационной работы, в процессе решения круга задач профессиональной деятельности в дальнейшем.

4 Объем и структура дисциплины

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 часов (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Распределение общей трудоемкости дисциплины «Имитационное моделирование» по формам и видам учебной работы

№ п/п	Форма и вид учебной работы	Условное обозначение по учебному плану	Трудоёмкость, ч/з.е.
			очная форма обучения (8 семестр)
1	Контактная работа – всего	Контакт часы	51,2/1,42
1.1	Лекции	Лек	20/0,55
1.2	Семинары и практические занятия	Пр	–
1.3	Лабораторные работы	Лаб	30/0,83
1.4	Текущие консультации, руководство и консультации курсовых работ (курсовых проектов)	КТ	1/0,03
1.5	Сдача зачета (зачёта с оценкой), защита курсовой работы (курсового проекта)	КЗ	0,2/0,01
1.6	Предэкзаменационные консультации по дисциплине	КПЭ	–
1.7	Сдача экзамена	КЭ	–
2	Общий объем самостоятельной работы		56,8/1,58
2.1	Самостоятельная работа	СР	56,8/1,58
2.2	Контроль (самостоятельная подготовка к сдаче экзамена)	Контроль	–
	Всего	По плану	108/3

Форма промежуточной аттестации: зачет – 8 семестр.

5 Содержание дисциплины

5.1 Наименование разделов и их содержание

Таблица 5.1 – Наименование разделов дисциплины
«Имитационное моделирование» и их содержание

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код планируемого результата обучения
1	2	3	4
1	Основные понятия теории моделирования систем	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования систем. Основные этапы процесса моделирования. Формулировка проблемы. Концептуальная модель. Детализация системы. Построение математической модели. Алгоритмизация модели и её машинная реализация. Организация отсчета времени в модели и представление параллельно развивающихся процессов. Реальное время, модельное время, машинное время. Равномерный отсчет времени. Событийный отсчет времени. Виды параллельных процессов. Механизм реализации параллельных процессов на примере транзактных систем моделирования. Список текущих событий, список будущих событий, Список прерываний. Отображение моделируемой системы в виде алгоритмов и программ. Обобщенная схема моделирующего алгоритма. Детальная схема. Логическая схема. Схема программы. Получение и интерпретация результатов моделирования. План проведения эксперимента. Факторное пространство. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Адекватность. Устойчивость. Чувствительность. Калибровка модели. Форма представления результатов	31 (ИД-3ук-2) 32 (ИД-2пк-5) 32 (ИД-3пк-5)
2	Методы и языки моделирования	Метод статистического моделирования. Метод Монте-Карло. Общая структура статистической модели. Моделирование случайных процессов. Способы формирования	31 (ИД-3ук-2) У1 (ИД-3ук-2) В1 (ИД-3 ук-2) 32 (ИД-2пк-5) У2 (ИД-2пк-5) В2 (ИД-2пк-5)

		базовой случайной величины. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации. Модели массового обслуживания. Типовые системы массового обслуживания и их характеристики. Входящий поток событий. Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё. Правила обслуживания. Приоритетные и беспriorитетные дисциплины обслуживания. Выходящий поток. Режим работы системы массового обслуживания (СМО). Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Многоканальные системы массового обслуживания. Назначение и виды языков моделирования. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры.	32 (ИД-3ПК-5) У2 (ИД-3ПК-5) В2 (ИД-3ПК-5)
3	Язык моделирования GPSS	Система имитационного моделирования GPSS. Объекты языка GPSS. Категории и типы. Синтаксис элементов языка. Блоки и транзакты. Транзакты в системах моделирования экономических процессов. Часы модельного времени. Ввод транзакта в модель. Удаление транзактов из модели. Управление продолжительностью процесса моделирования. Элементы, символизирующие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики при ожидании. Переход транзакта в блок отличный от последующего. Моделирование многоканальных устройств. Переменные. Определение функций. Особенности вычисления дискретных и непрерывных GPSS функций. Моделирование неравномерных случайных величин. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS	31 (ИД-3УК-2) У1 (ИД-3УК-2) В1 (ИД-3УК-2) 32 (ИД-2ПК-5) У2 (ИД-2ПК-5) В2 (ИД-2ПК-5) 32 (ИД-3ПК-5) У2 (ИД-3ПК-5) В2 (ИД-3ПК-5)

		WORLD. Моделирование пуассоновского потока. Экспоненциальный закон распределения. Моделирование нормального закона распределения. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов. Внутренние атрибуты событий в модели. Изменение приоритета транзактов. Организация обслуживания с прерыванием. Сохраняемые величины. Проверка числовых выражений. Определение и использование таблиц. Косвенная адресация. Обработка транзактов принадлежащих одному семейству. Блоки управления потоками транзактов. Списки пользователей.	
--	--	---	--

5.2 Наименование тем лекций и их объем в часах с указанием рассматриваемых вопросов и формы обучения

Таблица 5.2.1 – Наименование тем лекций и их объем в часах с указанием рассматриваемых вопросов (очная форма обучения)

№	№ раздела дисциплины	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы	Время, ч
1	2	3	4	5
1	1	Основные понятия теории моделирования систем	1. Понятие и общая характеристика имитационного моделирования. 2. Методы и средства моделирования. 3. Роль и место имитационного моделирования. 4. Характеристика основных этапов имитационного моделирования	2
2	2	Теория массового обслуживания	1. Основные понятия теории массового обслуживания 2. Входные характеристики системы массового обслуживания 3. Уравнения Колмогорова 4. Режим работы системы массового обслуживания (СМО). 5. Основы дискретно-событийного моделирования СМО. 6. Многоканальные системы массового обслуживания.	4
3	2	Языки моделирования	1. Назначение и виды языков моделирования. 2. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования. 3. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. 4. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры.	4
4	3	Язык моделирования GPSS	1. Объекты языка GPSS. 2. Категории и типы. 3. Синтаксис элементов языка. 4. Блоки и транзакты. 5. Транзакты в системах моделирования экономических процессов.	4
5	3	Моделирование в GPSS WORLD	1. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS WORLD. 2. Моделирование нормального закона распределения. 3. Моделирование пуассоновского потока.	6
Итого				20

5.3 Наименование тем лабораторных работ, их объем в часах и содержание

Таблица 5.3.1 – Наименование тем лабораторных работ, их объем в часах и содержание (очная форма обучения)

№	№ раздела дисциплины	Тема работы	Время, ч.
1	2	Теория массового обслуживания 1. Собеседование 2. Решение задач	2
2	2	Обзор программного обеспечения имитационного моделирования Собеседование	2
3	3	Введение в систему имитационного моделирования GPSS World Student Version 1. Объекты 2. Операторы 3. Создание и удаление транзактов 4. Интерфейс программы 5. Анализ результатов моделирования 6. Первая программа на языке GPSS	4
4	3	Моделирование обслуживания с помощью одноканальных устройств. Очереди 1. Занятие и освобождение ОКУ 2. Имитация задержки во времени 3. Очереди	4
5	3	Изменение направления движения транзактов в модели. Копирование и объединение транзактов 1. Изменение направления движения транзактов 2. Копирование и объединение транзактов.	4
6	3	Параметры транзактов. Изменение направления движения транзактов в модели в зависимости от выполнения условия 1. Параметры транзактов 2. Изменение направления движения транзактов в модели в зависимости от выполнения условия.	4
7	3	Прерывание ОКУ. Недоступность ОКУ 1. Прерывание ОКУ 2. Недоступность ОКУ	2
8	3	Построение моделей с МКУ и переключателями 1. Занятие и освобождение МКУ. 2. Недоступность МКУ. 3. Логические переключатели	4
9	3	Переменные и функции 1. Определение констант. 2. Определение переменных, вычисляемых по формулам. 3. Задание функций	2
10	3	Таблицы и ячейки памяти 1. Статистические таблицы. 2. Ячейки памяти и матрицы ячеек. 3. Построение временных диаграмм.	2
Итого			30

Таблица 5.3.3 – Наименование тем лабораторных занятий, их объём в часах и содержание (очная форма обучения) (реализуются в форме практической подготовки)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема, содержание занятия	Время, ч.
1	2	3	4
1	3	Введение в систему имитационного моделирования GPSS World Student Version Программа на языке GPSS	4
2	3	Моделирование обслуживания с помощью одноканальных устройств. Очереди 1. Занятие и освобождение ОКУ 2. Имитация задержки во времени 3. Очереди	4
3	3	Построение моделей с МКУ и переключателями 1. Занятие и освобождение МКУ. 2. Недоступность МКУ. 3. Логические переключатели	4
Итого			12

5.4 Распределение трудоёмкости самостоятельной работы по видам работ (с указанием формы обучения)

Таблица 5.4.1 – Распределение трудоёмкости самостоятельной работы по видам работ (очная форма обучения)

№	Вид работы	Время, ч
1	2	3
1	Подготовка к выполнению лабораторных работ	10
2	Выполнение самостоятельной работы	14
3	Изучение отдельных тем и вопросов (табл. 6.1.1)	32,8
Итого		56,8

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «имитационное моделирование»

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося приведены в таблице 6.1.1

Таблица 6.1.1 – Тема, задания, вопросы и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельного изучения (очная форма обучения)

№	№ раздела дисциплины	Тема, вопросы, задание	Время, ч	Рекомендуемая литература
1	2	3	4	5
1	1	<i>Основные понятия теории моделирования систем</i> Формализация и алгоритмизация процесса функционирования систем. Основные этапы процесса моделирования. Формулировка проблемы. Концептуальная модель. Детализация системы. Построение математической модели. Алгоритмизация модели и её машинная реализация. Организация отсчета времени в модели и представление параллельно развивающихся процессов. Реальное время, модельное время, машинное время. Равномерный отсчет времени. Событийный отсчет времени. Виды параллельных процессов. Механизм реализации параллельных процессов на примере транзактных систем моделирования. Список текущих событий, список будущих событий, Список прерываний. Отображение моделируемой системы в виде алгоритмов и программ. Обобщенная схема моделирующего алгоритма. Детальная схема. Логическая схема. Схема программы. Получение и интерпретация результатов моделирования. План проведения эксперимента. Факторное пространство. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Адекватность. Устойчивость. Чувствительность. Калибровка модели. Форма представления результатов <i>Подготовка к сдаче зачета.</i> 31 (ИД-Зук-2), 32 (ИД-2ПК-5), 32 (ИД-3ПК-5) <i>Тестирование.</i> 31 (ИД-Зук-2), 32 (ИД-3ПК-5)	10,0	1, 2
2	2	<i>Методы и языки моделирования</i> Метод статистического моделирования. Метод Монте-Карло. Общая структура статистической модели. Моделирование	10,0	1,2

		случайных процессов. Способы формирования базовой случайной величины. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации. Модели массового обслуживания. Типовые системы массового обслуживания и их характеристики. Входящий поток событий. Дисциплины постановки в очередь и выбора из неё. Правила обслуживания. Приоритетные и беспriorитетные дисциплины обслуживания. Выходящий поток. Режим работы системы массового обслуживания (СМО). Основы дискретно-событийного моделирования СМО. Многоканальные системы массового обслуживания. Назначение и виды языков моделирования. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры.. <i>Подготовка к сдаче зачета.</i> 31 (ИД-3_{ук-2}), У1 (ИД-3_{ук-2}), В1 (ИД-3_{ук-2}) 32 (ИД-2_{пк-5}), У2 (ИД-2_{пк-5}), В2 (ИД-2_{пк-5}) 32 (ИД-3_{пк-5}), У2 (ИД-3_{пк-5}), В2 (ИД-3_{пк-5}) <i>Тестирование.</i> 31 (ИД-3_{ук-2}), У1 (ИД-3_{ук-2}), 32 (ИД-3_{пк-5}), У2(ИД-3_{пк-5})		
3	3	<i>Язык моделирования GPSS</i> Система имитационного моделирования GPSS. Объекты языка GPSS. Категории и типы. Синтаксис элементов языка. Блоки и транзакты. Транзакты в системах моделирования экономических процессов. Часы модельного времени. Ввод транзакта в модель. Удаление транзактов из модели. Управление продолжительностью процесса моделирования. Элементы, символизирующие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики при ожидании. Переход транзакта в блок отличный от последующего. Моделирование многоканальных устройств. Переменные. Определение функций. Особенности вычисления дискретных и непрерывных GPSS функций. Моделирование неравномерных случайных величин. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS WORLD.	12,8	1,2

	Моделирование пуассоновского потока. Экспоненциальный закон распределения. Моделирование нормального закона распределения. Стандартные числовые атрибуты, параметры транзактов. Внутренние атрибуты событий в модели. Изменение приоритета транзактов. Организация обслуживания с прерыванием. Сохраняемые величины. Проверка числовых выражений. Определение и использование таблиц. Косвенная адресация. Обработка транзактов принадлежащих одному семейству. Блоки управления потоками транзактов. Списки пользователей. <i>Подготовка к сдаче зачета.</i> 31 (ИД-3_{ук-2}), У1 (ИД-3_{ук-2}), В1 (ИД-3_{ук-2}) 32 (ИД-2_{пк-5}), У2 (ИД-2_{пк-5}), В2 (ИД-2_{пк-5}) 32 (ИД-3_{пк-5}), У2 (ИД-3_{пк-5}), В2 (ИД-3_{пк-5}) <i>Тестирование.</i> 31 (ИД-3_{ук-2}), У1 (ИД-3_{ук-2}), 32 (ИД-3_{пк-5}), У2(ИД-3_{пк-5})		
Итого		32,8	1, 2

7. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Имитационное моделирование» предусматривается использование лекций и лабораторных занятий, а также выполнение студентами самостоятельной работы.

Таблица 7.1.1 – Образовательные технологии, обеспечивающие развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (очная форма обучения)

№ раздела	Вид занятия (Лек, Пр, Лаб)	Используемые технологии, рассматриваемые вопросы и планируемые результаты обучения	Время, ч
3	Лаб	Индивидуальная работа с коллективом из 2-3 человек. «Моделирование обслуживания с помощью одноканальных устройств». 31 (ИД-3 _{УК-2}), У1 (ИД-3 _{УК-2}), В1 (ИД-3 _{УК-2}) 32 (ИД-2 _{ПК-5}), У2 (ИД-2 _{ПК-5}), В2 (ИД-2 _{ПК-5}) 32 (ИД-3 _{ПК-5}), У2 (ИД-3 _{ПК-5}), В2 (ИД-3 _{ПК-5})	4
3	Лаб	Индивидуальная работа с коллективом из 2-3 человек. «Построение моделей с МКУ и переключателями» 31 (ИД-3 _{УК-2}), У1 (ИД-3 _{УК-2}), В1 (ИД-3 _{УК-2}) 32 (ИД-2 _{ПК-5}), У2 (ИД-2 _{ПК-5}), В2 (ИД-2 _{ПК-5}) 32 (ИД-3 _{ПК-5}), У2 (ИД-3 _{ПК-5}), В2 (ИД-3 _{ПК-5})	4
Итого			8

8 Оценочные материалы по дисциплине «Имитационное моделирование»

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, в т.ч. в форме заданий тестового типа, представлены в Приложении.

Задания тестового типа могут быть использованы при проведении диагностических процедур, в т.ч. диагностической работы, в рамках НОКО.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Имитационное моделирование»

9.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины «Имитационное моделирование»

*Таблица 9.1.1 – Основная литература (редакция от 31.08.2026, вводится в дей-
ствие с 01.09.2026)*

№ п/п	Наименование	Количество, экз.	
		всего	в расчете на 100 обучаю- щихся
1	Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 426 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18379-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583403	—	—

*Таблица 9.1.2 – Дополнительная литература (редакция от 31.08.2026, вводится
в действие с 01.09.2026)*

№ п/п	Наименование	Количество, экз.	
		всего	в расчете на 100 обучаю- щихся
2	Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебник для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/598767	—	—

Таблица 9.1.3 – Собственные методические издания кафедры

Наименование	Количество, экз.	
	Всего	В расчете на 100 обучающихся

Таблица 9.1.4 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1	Центр цифровой трансформации в сфере АПК Электронный ресурс – Режим доступа: https://cctmcx.ru/	свободный
2	Национальная платформа открытого образования Электронный ресурс – Режим доступа: https://npod.ru/	свободный
3	Портал Национального фонда подготовки кадров - НФПК Электронный ресурс – Режим доступа: https://www.ntf.ru/	свободный

9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

«Имитационное моделирование», включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9.2.1 – Перечень информационных технологий (перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Имитационное моделирование» (редакция от 31.08.2026, вводится в действие с 01.09.2026)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1	Справочно-правовая система «КОНСУЛЬТАНТ+»	(https://www.consultant.ru/) – сторонняя без пароля помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга Помещение для научно-исследовательской работы аудитория № 1237 Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга Отдел учета и хранения фондов
2	Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.	(https://urait.ru/) – сторонняя (Доступ с любого компьютера локальной сети университета по IP-адресам; с личных ПК, мобильных устройств по индивидуальному аутентификатору (логин/пароль), через Личный кабинет) помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга Помещение для научно-исследовательской работы аудитория № 1237 Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга Отдел учета и хранения фондов
3	Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»	 (https://lib.rucont.ru/search) – сторонняя (Доступ с любого компьютера локальной сети университета по IP-адресам; с личных ПК, мобильных устройств по индивидуальному аутентификатору (логин/пароль), через Личный кабинет) помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга Помещение для научно-исследовательской работы аудитория № 1237 Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга Отдел учета и хранения фондов
4	Электронная библиотека полнотекстовых документов Пензенского ГАУ	 (https://pgau.ru/strukturnye-podrazdeleniya/nauchnaya-biblioteka/elektronnaya-biblioteka-pgau.html) - собственная генерация (Доступ с любого компьютера локальной сети университета по IP-адресам; с личных ПК, мобильных устройств по коллективному или индивидуальному аутентификатору (логин/пароль), через Личный кабинет; возможность регистрации для удаленной работы по IP.) помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга Помещение для научно-исследовательской работы аудитория № 1237 Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга

		<i>Отдел учета и хранения фондов</i>
5	Федеральная служба государственной статистики	(https://rosstat.gov.ru/) – сторонняя <i>(доступ свободный)</i> помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 <i>Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга</i> <i>Помещение для научно-исследовательской работы</i> аудитория № 1237 <i>Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга</i> <i>Отдел учета и хранения фондов</i>
6	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области	(https://58.rosstat.gov.ru/) – сторонняя <i>(доступ свободный)</i> помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 <i>Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга</i> <i>Помещение для научно-исследовательской работы</i> аудитория № 1237 <i>Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга</i> <i>Отдел учета и хранения фондов</i>
7	Национальная платформа открытого образования	(https://npod.ru/) - сторонняя <i>(доступ свободный)</i> помещения для самостоятельной работы: аудитория № 5202 <i>Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга</i> <i>Помещение для научно-исследовательской работы</i> аудитория № 1237 <i>Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга</i> <i>Отдел учета и хранения фондов</i>
8	Электронно-библиотечная система Znanium	(https://znanium.ru/) – сторонняя С любого компьютера локальной сети университета по IP-адресам; с личных ПК, мобильных устройств по индивидуальным ключам доступа

**10 Материально-техническая база, необходимая для
осуществления образовательного процесса по
дисциплине «имитационное моделирование»**

*Таблица 10.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (редакция
от 31.08.2026, вводится в действие с 01.09.2026)*

№ п/п	Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения, наличие возможности подключения к сети «Интернет. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1121	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p
2	Учебная аудитория для проведения учебных занятий Помещение для самостоятельной работы 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1102 Кабинет информатики (компьютерный класс)	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p
3	Учебная аудитория для проведения учебных занятий Помещение для самостоятельной работы 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1107а Лаборатория информационных технологий	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p
4	Помещение для самостоятельной работы 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1237 Зал обслуживания научными ресурсами, автоматизации RFID-технологий, коворкинга Отдел учета и хранения фондов	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p
5	Помещение для самостоятельной работы 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 5202	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p

	Зал обеспечения цифровыми ресурсами и сервисами, коворкинга Помещение для научно- исследовательской работы	
6	Учебная аудитория для проведения учебных занятий Помещение для самостоятельной рабо- ты 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1114 Лаборатория прогнозирования и плани- рования Лаборатория экономики, инновацион- ного менеджмента и права	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p
7	Учебная аудитория для проведения учебных занятий 440014, Пензенская область, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30; аудитория 1228	https://pgau.ru/sveden/objects/pracvo2p https://pgau.ru/sveden/objects/cabvo2p

11 Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

11.1 Методические рекомендации к лекционным занятиям

Одним из основных видов аудиторной работы при изучении дисциплины «Имитационное моделирование» являются лекции. На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия какой-либо темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы.

В ходе лекционных занятий обучающемуся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

11.2 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Важным видом работы обучающегося является самостоятельная работа, которая проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- выполнение домашних контрольных работ;
- работу с интернет-источниками.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в списке рекомендуемой литературы. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендуемую литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и нужных для освоения последующих разделов.

При изучении сложных тем курса целесообразно использовать правило дидактики, требующее перехода от известного к неизвестному, от простого к сложному. Особое внимание следует обратить на запоминание новых терминов, осо-

бенно иностранных. Теоретический материал курса необходимо увязывать с практическими примерами. Учебные материалы рекомендуется читать внимательно, выделяя главные мысли и опорные пункты ответа. При работе с литературой следует вести краткий конспект, выделяя основное и выписывая неясные положения с тем, чтобы позже при изучении других источников, на лекциях, лабораторных занятиях или консультациях выяснить их. При этом важно отметить, при изучении какого источника (с указанием его названия, редакции, года издания и страницы) возникли неясные вопросы. Для контроля за усвоением материала рекомендуется отвечать на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждой темы.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы, использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

11.3 Методические рекомендации по использованию материалов рабочей программы дисциплины

Рабочая программа представляет собой целостную систему, направленную на эффективное усвоение дисциплины в виду современных требований высшего образования.

При использовании рабочей программы дисциплины необходимо ознакомиться с ее структурой и содержанием. Материалы, входящие в рабочую программу, позволяют обучающему получить полное представление об объеме и предъявляемых требованиях к изучению дисциплины.

11.4 Методические рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо, прежде всего, получить перечень вопросов, который следует внимательно изучить. Ответы на вопросы, выносимые к контролю, освещаются в лекционном курсе, содержатся в рекомендуемых учебных пособиях.

При самостоятельной подготовке нужно помнить, что промежуточная аттестация предполагает ориентирование во всех пройденных темах, в связи с чем, подготовка должна проводиться заблаговременно. Необходимо работать с конспектами, материалами лекций, получить и закрепить навыки решения задач, уметь приводить необходимые примеры. Если самостоятельно не удастся разо-

браться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации.

Для того, чтобы получить допуск к промежуточной аттестации, необходимо, отработать все пропущенные лабораторные занятия.

11.5 Методические рекомендации по работе с тестовым материалом

Одной из эффективных форм текущего контроля знаний является тестирование. При подготовке к тестированию следует обращать внимание на фактический материал, терминологию. В случае недостаточности знаний по какой-либо теме необходимо проработать лекционный материал по этой теме, а также рекомендованную литературу.

При решении тестовых заданий, прежде всего, нужно внимательно прочесть вопрос, а затем предлагаемые ответы; дать ответ на вопрос. Если по некоторым вопросам возникли затруднения, следует их законспектировать и обратиться за разъяснением к преподавателю на консультации.

12 Словарь терминов

Алгоритмическое моделирование — разновидность имитационного моделирования с использованием универсального языка программирования (Паскаль, Бейсик или др.) и специальных алгоритмов. Более трудоемко по сравнению с применением моделирующих систем и технологий. В настоящее время применяется в некоторых вузах для преподавания основ компьютерного моделирования.

Виртуальный структурный узел — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *parent*. В тексте модели он отсутствует. Позволяет объединить некоторое множество любых узлов модели и поместить их на более низкий слой, оставив на исходном слое только графический значок *parent*. Узел *parent* — мощное средство структурного анализа при создании модели. Работа с такими узлами возможна только в режиме CASE-технологии при использовании графического конструктора.

Временная динамика — основной вид динамики развития процесса, исследуемой в любых имитационных моделях.

Генератор транзактов (с бесконечной емкостью) — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *ag*. Узлы-генераторы создают новые транзакты и передают их в другие узлы модели. Параметры генератора в случае необходимости можно изменить посредством информационного воздействия из другого узла — с помощью сигнала *cheg* (здесь и далее *сигнал* — это специальная функция, выполненная транзактом, находящимся в одном узле, в отношении другого узла).

Граф модели — объект имитационной модели, представляющий направленный граф, объединяющий все процессы имитационной модели независимо от количества уровней структурного анализа. Может иметь трехмерное «многослойное» изображение. Получается при структурном анализе процесса.

Датчик случайных величин — специальная программа, позволяющая получать псевдослучайные наборы чисел, распределенных по заданному закону. В современных компьютерах, если в качестве начальных кодов использовать коды таймера, реально получается последовательность случайных величин.

Имитационная модель (simulation model) — специальный программный комплекс, позволяющий имитировать деятельность какого-либо сложного объекта. Он запускает в компьютере параллельные взаимодействующие вычислительные процессы, которые являются по своим временным параметрам (с точностью до масштабов времени и пространства) аналогами исследуемых процессов. В странах, занимающих лидирующее положение в создании новых компьютерных систем и технологий, научное направление Computer Science ориентируется именно на такую трактовку имитационного моделирования, а в программах магистерской подготовки по данному направлению имеется соответствующая учебная дисциплина.

Имитационное моделирование (simulation) — распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих посредством процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного

процесса в памяти компьютера в режиме «имитации», выполнить оптимизацию некоторых его параметров.

Имитационное (компьютерное) моделирование экономических процессов — обычно применяется в двух случаях:

1. для управления сложным бизнес-процессом, когда имитационная модель управляемого экономического объекта используется в качестве инструментального средства в контуре адаптивной системы управления, создаваемой на основе информационных (компьютерных) технологий;
2. при проведении экспериментов с дискретно-непрерывными моделями сложных экономических объектов для получения и «наблюдения» их динамики в экстренных ситуациях, связанных с рисками, натурное моделирование которых нежелательно или невозможно.

Клапан, перекрывающий путь транзактам — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *key*. Если на клапан воздействовать сигналом *hold* из какого-либо узла, то клапан перекрывается и транзакты не могут через него проходить. Сигнал *rels* из другого узла открывает клапан.

Коллективное управление процессом моделирования — особый вид эксперимента с имитационной моделью, применяемый в деловых играх и в учебно-тренировочных фирмах.

Компьютерное моделирование — иногда применяется как аналог термина *имитационное моделирование*.

Масштаб времени — число, которое задает длительность моделирования одной единицы модельного времени, пересчитанной в секунды, в секундах астрономического реального времени при выполнении модели. Относительный масштаб времени — это дробь, показывающая, сколько единиц модельного времени помещается в одной единице процессорного времени при выполнении модели в компьютере.

Менеджер (или распорядитель) ресурсов — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *manage*. Управляет работой узлов типа *attach*. Для правильной работы модели достаточно иметь один узел-менеджер: он обслужит все склады без нарушения логики модели. Чтобы различить статистику по разным складам перемещаемых ресурсов, можно использовать несколько узлов-менеджеров.

Метод Монте-Карло — метод статистических испытаний, проводимых с помощью ЭВМ и программ — датчиков псевдослучайных величин. Иногда название этого метода *ошибочно* применяется в качестве синонима *имитационного моделирования*.

Моделирующая система (система моделирования — simulation system) — специальное программное обеспечение, предназначенное для создания имитационных моделей и обладающее следующими свойствами:

- возможностью применения имитационных программ совместно со специальными экономико-математическими моделями и методами, основанными на теории управления;
- инструментальными методами проведения структурного анализа сложного экономического процесса;

- способностью моделирования материальных, денежных и информационных процессов и потоков в рамках единой модели, в общем модельном времени;
- возможностью введения режима постоянного уточнения при получении выходных данных (основных финансовых показателей, временных и пространственных характеристик, параметров рисков и др.) и проведении экстремального эксперимента.

Очередь (с относительными приоритетами или без приоритетов) — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *queue*. Если приоритеты не учитываются, то транзакты упорядочиваются в очереди в порядке поступления. Когда приоритеты учитываются, транзакт попадает не в «хвост» очереди, а в конец своей приоритетной группы. Приоритетные группы упорядочиваются от «головы» очереди к «хвосту» в порядке уменьшения приоритета. Если транзакт попадает в очередь и не имеет своей приоритетной группы, то группа с таким приоритетом сразу возникнет: в ней будет один вновь поступивший транзакт.

Очередь с пространственно-зависимыми приоритетами — тип узла имитационной модели. Имеет наименование *dynam*. Транзакты, попадающие в такую очередь, привязаны к точкам пространства. Очередь обслуживается специальным узлом *rgos*, работающим в режиме пространственных перемещений. Смысл обслуживания транзактов: необходимо посетить все точки пространства, с которыми связаны (или из которых поступили) транзакты. При поступлении каждого нового транзакта, если он не единственный в очереди, происходит переупорядочение очереди таким образом, чтобы суммарный путь посещения точек был минимальным (не следует считать, что при этом решается «задача коммивояжера»). Рассмотренное правило работы узла *dynam* в литературе называется «алгоритмом скорой помощи».

Пространственная динамика — разновидность динамики развития процесса, позволяющей наблюдать во времени пространственные перемещения ресурсов. Изучается в имитационных моделях экономических (логистических) процессов, а также транспортных систем.

Распорядитель финансов — тип узла имитационной модели «главный бухгалтер». Имеет наименование *direct*. Управляет работой узлов типа *send*. Для правильной работы модели достаточно одного узла *direct*: он обслужит все счета без нарушения логики модели. Чтобы различить статистику по разным участкам моделируемой бухгалтерии, можно использовать несколько узлов *direct*.

Реальный масштаб времени — масштаб, задаваемый числом, выраженным в секундах. Например, если в качестве единицы модельного времени выбрать 1 ч, а в качестве масштаба задать число 3600, то модель будет выполняться со скоростью реального процесса, а интервалы времени между событиями в модели будут равны интервалам времени между реальными событиями в моделируемом объекте (с точностью до поправок на погрешности при задании исходных данных). Относительный масштаб времени в этом случае равен 1:1 (*см. масштаб времени*).

Ресурс — типовой объект имитационной модели. Независимо от его природы в процессе моделирования может характеризоваться тремя общими параметрами: мощностью, остатком и дефицитом. Разновидности ресурсов: материальные (базируемые, перемещаемые), информационные и денежные.

Сигнал — специальная функция, выполненная транзактом, находящимся в одном узле, в отношении другого узла для изменения режима работы последнего.

Система имитационного моделирования — иногда применяется как аналог термина моделирующая система (не вполне удачный перевод на русский язык термина simulation system).

Склад перемещаемых ресурсов — тип узла имитационной модели. Имеет наименование attach. Представляет хранилище какого-либо количества однотипного ресурса. Единицы ресурсов в нужном количестве выделяются транзактам, поступающим в узел attach, если остаток позволяет выполнить такое обслуживание. В противном случае возникает очередь. Транзакты, получившие единицы ресурса, вместе с ними мигрируют по графу и возвращают их по мере необходимости разными способами: либо все вместе, либо небольшими партиями, либо поштучно. Корректность работы склада обеспечивает специальный узел — менеджер.

Событие — динамический объект модели, представляющий факт выхода из узла одного транзакта. События всегда происходят в определенные моменты времени. Они могут быть связаны и с точкой пространства. Интервалы между двумя соседними событиями в модели — это, как правило, случайные величины. Разработчик модели практически не может управлять событиями вручную (например, из программы). Поэтому функция управления событиями отдана специальной управляющей программе - координатору, автоматически внедряемому в состав модели.

Структурный анализ процесса — формализация структуры сложного реального процесса путем разложения его на подпроцессы, выполняющие определенные функции и имеющие взаимные функциональные связи согласно легенде, разработанной рабочей экспертной группой. Выявленные подпроцессы, в свою очередь, могут разделяться на другие функциональные подпроцессы. Структура общего моделируемого процесса может быть представлена в виде графа, имеющего иерархическую многослойную структуру. В результате появляется формализованное изображение имитационной модели в графическом виде.

Структурный узел выделения ресурсов - тип узла имитационной модели. Имеет наименование rent. Предназначен для упрощения той части имитационной модели, которая связана с работой склада. Работа склада моделируется на отдельном структурном слое модели. Обращения на этот слой в нужные входы происходят с других слоев из узла rent без их объединения.

Структурный узел финансово-хозяйственных платежей — тип узла имитационной модели. Имеет наименование pay. Предназначен для упрощения той части имитационной модели, которая связана с работой бухгалтерии. Работа бухгалтерии моделируется на отдельном структурном слое модели. Обращения на этот слой в нужные входы происходят с других слоев из узла pay, без объединения этих слоев.

Счет бухгалтерского учета — тип узла имитационной модели. Имеет наименование send. Транзакт, который входит в такой узел, является запросом на перечисление денег со счета на счет или на бухгалтерскую проводку. Правильность работы со счетами регулируется специальным узлом direct, который имитирует работу бухгалтерии. Если в узле send остаток денег достаточен, чтобы выполнить перечисление на другой счет, то перечисление выполняется. В противном случае в узле send образуется очередь необслуженных транзактов.

Терминатор — тип узла имитационной модели. Имеет наименование term. Транзакт, поступающий в терминатор, уничтожается. В терминаторе фиксируется время жизни транзакта.

Транзакт — динамический объект имитационной модели, представляющий формальный запрос на какое-либо обслуживание. В отличие от обычных заявок, которые рассматриваются при анализе моделей массового обслуживания, имеет набор динамически изменяющихся особых свойств и параметров. Пути миграции транзактов по графу модели определяются логикой функционирования компонентов модели в узлах сети.

Узел обслуживания с многими параллельными каналами - тип узла имитационной модели. Имеет наименование serv. Обслуживание может быть в порядке поступления транзакта в освободившийся канал либо по правилу абсолютных приоритетов (с прерыванием обслуживания).

Узлы — объекты имитационной модели, представляющие центры обслуживания транзактов в графе имитационной модели (но не обязательно массового обслуживания). В узлах транзакты могут задерживаться, обслуживаться, порождать семейства новых транзактов, уничтожать другие транзакты. В каждом узле порождается независимый процесс. Вычислительные процессы выполняются параллельно и координируют друг друга. Они выполняются в едином модельном времени, в одном пространстве, учитывают временную, пространственную и финансовую динамику.

Управляемый генератор транзактов (или размножитель) — тип узла имитационной модели. Имеет наименование creat. Позволяет создавать новые семейства транзактов.

Управляемый процесс (непрерывный или пространственный) — тип узла имитационной модели. Имеет наименование proc. Этот узел работает в трех взаимно исключающих режимах:

- моделирования управляемого непрерывного процесса (например, в реакторе);
- доступа к оперативным информационным ресурсам;
- пространственных перемещений (например, вертолета).

Управляемый терминатор транзактов — тип узла имитационной модели. Имеет наименование delet. В нем уничтожается (или поглощается) заданное число транзактов, принадлежащих конкретному семейству. Требование на такое действие содержится в уничтожающем транзакте, поступающем на вход узла delet. Он ждет поступления в узел транзактов указанного семейства и уничтожает их. После поглощения уничтожающий транзакт покидает узел.

Финансовая динамика — разновидность динамики развития процесса, позволяющей наблюдать во времени изменения ресурсов, денежных средств, основных результатов деятельности объекта экономики, причем параметры измеряются в денежных единицах. Изучается в имитационных моделях экономических процессов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный аграрный
университет»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки
09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль) программы
Прикладная информатика в экономике

Квалификация
«Бакалавр»

Форма обучения – очная

Пенза – 2023

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и индикаторов достижения

Таблица 1.1 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и индикаторов достижения по дисциплине «Имитационное моделирование»

№ пп	Код и наименование компетенции	Код Индикатора Достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Этапы формирования компетенции
1	УК-2 – способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-3 _{УК-2}	Осуществляет анализ показателей в рамках определенных задач, поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения	31 (ИД-3 _{УК-2})	Знать: этапы построения имитационных моделей, принципы построения имитационного алгоритма
2				У1 (ИД-3 _{УК-2})	Уметь: анализировать показатели в рамках поставленной цели для конструирования компонентов модели
3				В1 (ИД-3 _{УК-2})	Владеть: навыками планирования модельного эксперимента и его реализации с учетом целей и требований, предъявляемых результатам моделирования
4	ПК-5 – способен моделировать бизнес-процессы и предметную область в сфере экономики	ИД-2 _{ПК-5}	Умеет выявлять структуру прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-2 _{ПК-5})	Знать: содержание отдельных этапов построения имитационных моделей
5				У2 (ИД-2 _{ПК-5})	Уметь: выявлять структуру изучаемых процессов в процессе описания информационной модели
6				В2 (ИД-2 _{ПК-5})	Владеть навыками выделения частных, наиболее важных факторов реальной системы предметной области
7		ИД-3 _{ПК-5}	Описывает состав прикладных (бизнес) процессов и предметной области	32 (ИД-3 _{ПК-5})	Знать: принципы описания состава прикладных процессов и предметной области
8				У2 (ИД-3 _{ПК-5})	Уметь: формализовывать описание прикладных (бизнес)

				процессов для достижения намеченных результатов; определять цели и этапы выполнения работ.
9			В2 (ИД-З _{ПК-5})	Владеть: навыками разработки имитационных моделей с описанием прикладных процессов

2 Оценочные материалы по дисциплине «Имитационное моделирование»

2.1 Оценочные материалы тестового типа

Таблица 2.1 - Задания тестового типа

№ п/п	Текст задания	Варианты ответов	Правильный ответ	Код компетенции	Семестр
1. Задание закрытого типа на установление соответствия					
Инструкция (сценарий выполнения):					
1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.					
2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 — вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 — утверждения, свойства объектов и т.д.					
3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.					
4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4)					
1.	Установите соответствие между названиями процессов и их характеристиками А. Стохастический процесс Б. Марковский процесс В. Дискретный процесс Г. Динамический процесс	1. процесс, в котором для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от ее состояния в настоящем и не зависит от того, как система пришла в это состояние 2. процесс, описывающий изменения одной или нескольких величин при наличии неопределенности 3. процесс, в котором величины, участвующие в процессе, меняются с течением времени 4. процесс, изменяющийся между несколькими различными стабильными состояниями	А2Б1В4Г3	УК-2	8
2.	Установите соответствие между критериями и их характеристиками А. Критерий Смирнова Б. Критерий Колмогорова В. Критерий Пирсона	1. используется функция плотности распределения случайных величин с рассчитанными на основе статистических данных значениями количественных параметров закона распределения 2. используется функция распределения случайных величин с заданными теоретическими значениями количественных параметров закона распределения 3. определяет степень принадлежности статистических данных одной генеральной совокупности	А3Б2В1	УК-2	8

3.	Установите соответствие между терминами теории массового обслуживания и их характеристиками А. Заявка Б. Канал обслуживания В. Интенсивность потока Г. Дисциплина очереди	1. среднее число событий в единицу времени 2. способ, которым выбираются единицы для обслуживания в системе 3. запрос на обслуживание 4. обслуживающее устройство или средство	A3B4B1Г2	ПК-5	8
4.	Установите соответствие между методом и типом задач А. Q-схема в графической форме Б. Элемент В. Система	1. структура объекта исследования: основные элементы (потоки заявок и возмущающих событий, каналы обслуживания) и порядок их взаимодействия 2. множество взаимосвязанных и взаимодействующих элементов любой природы, объединенных единством цели или общими целенаправленными правилами взаимодействия 3. предел членения системы с точки зрения аспекта рассмотрения, решения конкретной задачи, поставленной цели	A1B3B2	ПК-5	8

2. Задание закрытого типа на установление последовательности

Инструкция (сценарий выполнения):

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.
2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.
3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.
4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА или 135)

1.	Этапы имитационного моделирования	1. разработка концептуального описания 2. программирование имитационной модели 3. формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования 4. испытание и исследование модели, проверка модели 5. формализация имитационной модели	31524	УК-2	8
2.	Этапы построения концептуальных карт	1. построение связей между концептами 2. выделение концептов – базовых понятий данной предметной области 3. определение контекста путем задания конкретного фокусирующего вопроса, определяющего главную тему и границы концептуальной карты 4. упорядочение графа	3214	УК-2	8

3.	Этапы когнитивного моделирования	1. структурный анализ когнитивной модели 2. оценка и интерпретация результатов моделирования 3. когнитивная структуризация 4. сценарное моделирование развития ситуации	3142	ПК-5	8
4.	Последовательность шагов для решения задач с помощью динамического программирования:	1. составление таблицы (или массива) для хранения промежуточных результатов 2. установление рекуррентных соотношений 3. обобщение результатов подзадач и получение ответа 4. определение подзадач	4213	ПК-5	8
3. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача					
Инструкция (сценарий выполнения): 1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ					
1.	GPSS-операторы делятся на		команды и блоки	УК-2	8
2.	Устойчивость модели – это		ее способность сохранять адекватность при исследовании системы на всем возможном диапазоне рабочей нагрузки, а также при внесении изменений в конфигурацию системы	УК-2	8
3.	Чувствительность модели – это		способность модели реагировать определенным образом на определенное малое воздействие, а также количественная характеристика этой способности	ПК-5	8
4.	Математическое ожидание величины x , которая имеет равномерное распределение в интервале $[a, b]$, равно		$M[x] = (a+b)/2$	ПК-5	8

4. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное					
Инструкция (сценарий выполнения):					
1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.					
2. Продумать логику и полноту ответа.					
3. Записать ответ в виде термина, словосочетания, дополнить предложенное					
1.	Если управление сложной системой сосредоточено в едином центре, оно называется ____		централизованным	УК-2	8
2.	Степень уверенности, с которой можно судить относительно корректности выводов о реальной системе, полученных на основании модели, называется ____ модели		адекватность	УК-2	8
3.	При моделировании используются интервалы последовательностей псевдослучайных чисел, в которых нет ни одного числа, встречающегося более _____ раза		одного	ПК-5	8
4.	_____ диаграмма – графическое представление последовательности событий, происходящих в системе.		временная	ПК-5	8
5. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора					
Инструкция (сценарий выполнения):					
1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.					
2. Продумать логику и полноту ответа.					
3. Записать номер правильного ответа или номера правильных ответов без пробелов и запятых (в зависимости от задания) и дать обоснование, используя четкие компактные формулировки.					
1.	Метод имитационного моделирования относится к классу	1. логико-математического моделирования 2. полунатурного моделирования 3. натурного моделирования 4. самостоятельного моделирования	1 Обоснование: метод имитационного моделирования относится к классу логико-математического моделирования	УК-2	8

2.	Методология имитационного моделирования применяется для исследования систем	1. стохастических, непрерывных и дискретных 2. детерминированных и стохастических 3. непрерывных, дискретных и детерминированных 4. детерминированных, стохастических, дискретных и непрерывных	4 Обоснование: Методология имитационного моделирования применяется для исследования систем детерминированных, стохастических, дискретных и непрерывных	УК-2	8
3.	В описании имитационной модели выделяют две составляющие	1. стохастическое описание системы 2. статическое описание системы 3. детерминированное описание системы 4. динамическое описание системы	24 Обоснование: В описании имитационной модели выделяют две составляющие статическое и динамическое описание системы.	ПК-5	8
4.	Построение имитационной модели начинается с	1. выбора компьютерной программы 2. определения параметров модели 3. построения схемы модели 4. определения проблемы, требующей своего решения в объекте исследования	4 Обоснование: Построение имитационной модели начинается с определения проблемы, требующей своего решения в объекте исследования.	ПК-5	8

2.2 Оценочные материалы для текущего контроля

Текущий контроль успеваемости является обязательной частью внутренней системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы. Текущий контроль успеваемости проводится в рамках изучения дисциплины в течение семестра. Виды оценочных материалов, формы контроля, темы и график определяется педагогическим работником.

2.3 Типовые вопросы для промежуточной аттестации

Вопросы для промежуточной аттестации (зачет) по оценке освоения компетенции УК-2 (8 семестр)

1. Понятие и общая характеристика имитационного моделирования.
2. Методы и средства моделирования.
3. Роль и место имитационного моделирования.
4. Характеристика основных этапов имитационного моделирования
5. Назначение и виды языков моделирования.
6. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования.
7. Обзор программного обеспечения имитационного моделирования.
8. Автоматизированные системы моделирования и моделирующие центры.
9. Основное достоинство имитационного моделирования.
10. Недостатки имитационного моделирования.
11. Основные процедуры имитационного моделирования.
12. По какому принципу осуществляется продвижение модельного времени в имитационной модели.
13. Классификация генераторов случайных величин в зависимости от способа их реализации.
14. Почему величины, вырабатываемые программными генераторами случайных величин, являются псевдослучайными?
15. Перечислить методы генерирования равномерно распределенных случайных величин.
16. Пояснить суть метода квадратов (произведений) для генерирования равномерно распределенных случайных величин.
17. Пояснить суть мультипликативного конгруэнтного метода генерирования равномерно распределенных случайных величин.
18. Понятие длины периода генератора случайных величин.
19. Типы проверок генераторов случайных величин.
20. В чем суть аналитического метода (метода обратных функций) генерирования случайных величин с заданным законом распределения?

Вопросы для промежуточной аттестации (зачет) по оценке освоения компетенции ПК-5 (8 семестр)

21. Основные понятия теории массового обслуживания
22. Входные характеристики системы массового обслуживания
23. Уравнения Колмогорова
24. Режим работы системы массового обслуживания (СМО).
25. Основы дискретно-событийного моделирования СМО.
26. Многоканальные системы массового обслуживания.
27. Объекты языка GPSS.
28. Синтаксис элементов языка GPSS.
29. Блоки и транзакты языка GPSS.
30. Транзакты в системах моделирования экономических процессов.
31. Моделирование вероятностных функций распределения в GPSS WORLD.
32. Моделирование нормального закона распределения.
33. Моделирование пуассоновского потока.
34. Какая статистика отражается в стандартном отчете GPSSмодели?
35. Структура оператора GPSS.
36. Типы GPSS-операторов.
37. В чём отличие операторов блоков от команд?