

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Аникуев Сергей Викторович

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

ФТД.02 Имитационное моделирование

35.04.06 Агроинженерия

Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве

Агроинженер по специализации «Технологии и средства механизации АПК»

очная

1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Имитационное моделирование» является активное закрепление, углубление и расширение знаний, полученных при изучении базовых дисциплин математического, естественно-научного и профессионального циклов; формирование на их базе компетенций и новых знаний и навыков имитационного моделирования производственных технологических систем, позволяющих создавать и реализовывать прикладные модели, анализировать их и использовать для решения профессиональных задач.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способностью проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов	ПК-2.1 Демонстрирует знание методики инженерных расчетов, методы и этапы проектирования узлов, устройств и систем техники	знает методики инженерных расчетов, методов и этапов проектирования узлов, устройств и систем техники умеет демонстрировать знание методики инженерных расчетов, методов и этапов проектирования узлов, устройств и систем техники владеет навыками использовать методики инженерных расчетов, методы и этапы проектирования узлов, устройств и систем техники при проектировании технологических процессов в сельском хозяйстве
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	знает основы разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы умеет формулировать цель, задачи, актуальность, ожидаемые результаты при разработке и управлении проектом владеет навыками разрабатывать в конкретных инженерных проектах концепцию проекта, формулировать цель, задачи, актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Имитационное моделирование» является дисциплиной факультативной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется в I семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Имитационное моделирование» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Методы экспертного анализа технического состояния машин и оборудования

История и методология науки в агроинженерии

Теория и расчет машин и оборудования в животноводстве

Цифровые технологии в науке и образовании

Компьютерные технологии в агропромышленном комплексе

Оптимизация технологических процессов

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

Проектирование сельскохозяйственных машин и оборудования в растениеводстве

Проектирование машинно-тракторного парка и инженерно-технического обеспечения

Энергетическая оценка технологических процессов

Основы научных исследований

Методология научного творчества

Расчет мобильных энергетических средств

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Организация бизнеса для технологического предпринимательства

Технологические инновации в сфере эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

Моделирование в агроинженерии

Управление проектами в сфере технологий и средств механизации в сельском хозяйстве

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Имитационное моделирование» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
1	108/3	8		16	84		За
в т.ч. часов: в интерактивной форме		2		4			
практической подготовки		4		8	28		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
1	108/3			0.12			

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций
			всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
					Практические	Лабораторные				
1.	1 раздел. Имитационное моделирование									
1.1.	Введение в имитационное моделирование	1	12	4		8	42	КТ 1	Тест	УК-2.1, ПК-2.1
1.2.	Современные компьютерные среды	1	6	2		4	24	КТ 2	Тест	УК-2.1, ПК-2.1
1.3.	Компьютерное имитационное моделирование	1	6	2		4	18	КТ 3	Тест	УК-2.1, ПК-2.1
	Промежуточная аттестация	За								
	Итого		108	8		16	84			
	Итого		108	8		16	84			

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Введение в имитационное моделирование	Введение. Имитационные модели. Процесс имитационного моделирования. Математический аппарат имитационного моделирования	2/2
Введение в имитационное моделирование	Основные методологические подходы к построению имитационных моделей	2/2
Современные компьютерные среды	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	2/-
Компьютерное имитационное моделирование	Компьютерное имитационное моделирование производственных технологических систем	2/-
Итого		8

5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Введение в имитационное моделирование	Введение. Имитационные модели. Процесс имитационного моделирования. Математический аппарат имитационного моделирования	лаб.	2
Введение в имитационное моделирование	Основные методологические подходы к построению имитационных моделей	лаб.	6
Современные компьютерные среды	Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	лаб.	4
Компьютерное имитационное моделирование	Компьютерное имитационное моделирование производственных технологических систем	лаб.	4

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен**5.4. Самостоятельная работа обучающегося**

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Введение. Имитационные модели. Процесс имитационного моделирования. Математический аппарат имитационного моделирования	14
Основные методологические подходы к построению имитационных моделей	28
Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	24
Компьютерное имитационное моделирование производственных технологических систем	18

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Имитационное моделирование» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Имитационное моделирование».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Имитационное моделирование».
3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)
5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Введение в имитационное моделирование. Введение. Имитационные модели. Процесс имитационного моделирования. Математический аппарат имитационного моделирования	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2	Л3.1
2	Введение в имитационное моделирование. Основные методологические подходы к построению имитационных моделей	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2	Л3.1
3	Современные компьютерные среды . Современные универсальные компьютерные среды и языки имитационного моделирования	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2	Л3.1
4	Компьютерное имитационное моделирование . Компьютерное имитационное моделирование производственных технологических систем	Л1.1, Л1.2	Л2.1, Л2.2	Л3.1

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Имитационное моделирование»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Имитационное моделирование» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Имитационное моделирование» проводится в виде Зачет.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
1 семестр			
КТ 1	Тест		10
КТ 2	Тест		10
КТ 3	Тест		10
Сумма баллов по итогам текущего контроля			30
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
1 семестр			
КТ 1	Тест	10	Каждый вопрос оценивается в 1 балл. 10 правильных ответов: Оценка “Отлично” (5); 8-9 правильных ответов: Оценка “Хорошо” (4); 6-7 правильных ответов: Оценка “Удовлетворительно” (3); Менее 6 правильных ответов: Оценка “Неудовлетворительно” (2)

КТ 2	Тест	10	Каждый вопрос оценивается в 1 балл. 10 правильных ответов: Оценка “Отлично” (5); 8-9 правильных ответов: Оценка “Хорошо” (4); 6-7 правильных ответов: Оценка “Удовлетворительно” (3); Менее 6 правильных ответов: Оценка “Неудовлетворительно” (2)
КТ 3	Тест	10	Каждый вопрос оценивается в 1 балл. 10 правильных ответов: Оценка “Отлично” (5); 8-9 правильных ответов: Оценка “Хорошо” (4); 6-7 правильных ответов: Оценка “Удовлетворительно” (3); Менее 6 правильных ответов: Оценка “Неудовлетворительно” (2)

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Имитационное моделирование» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязке к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

Вопрос билета	Количество баллов
Теоретический вопрос	до 5
Задания на проверку умений	до 5
Задания на проверку навыков	до 5

Теоретический вопрос

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Задания на проверку умений и навыков

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задания выполнены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Имитационное моделирование»

Примерные вопросы к зачету по дисциплине "Имитационное моделирование"

1. Дайте определение имитационного моделирования. В чем заключаются его основные преимущества и ограничения по сравнению с аналитическими методами?

2. Классификация имитационных моделей по способу описания изменения системного времени. Приведите примеры систем для каждого типа.

3. В чем состоит фундаментальное различие между дискретно-событийным моделированием (DES) и моделированием системной динамики (SD)? Укажите ключевые концепции каждой парадигмы.

4. Суть агентного моделирования (ABM). Какие его особенности отличают его от классического дискретно-событийного подхода?

6. Что такое процессно-ориентированный, событийно-управляемый и транзакционный подходы к построению дискретно-событийных моделей? Раскройте их суть.

7. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы цикла имитационного исследования по схеме «проблема → модель → эксперимент → решение».

8. Дайте определение и разграничьте понятия верификация и валидация имитационной модели. Какие конкретные методы используются для каждого из этих процессов?

9. Что такое «проблема начального переходного состояния» в имитационном эксперименте? Как ее наличие влияет на результаты и какие существуют методы для ее учета?

10. Для чего при планировании имитационных экспериментов используют стратегию

репликаций (повторных прогонов)? Как она связана с построением доверительных интервалов для выходных характеристик?

11. Объясните разницу между терминами «входные данные» (input data), «параметры модели» (parameters) и «выходные (результатирующие) характеристики» (output performance measures). Приведите примеры.

11. Объясните, почему большинство имитационных моделей сложных систем являются стохастическими. Как учитывается стохастичность в эксперименте?

12. Опишите принцип работы и основные требования к датчикам псевдослучайных чисел, используемым в моделировании. Что такое «зерно» и почему оно важно?

13. В чем заключается суть метода обратного преобразования (инверсии) для генерации случайных величин с заданным законом распределения? Приведите общую формулу.

14. Каким образом на практике подбирают закон распределения для входных данных модели (например, времени между отказами оборудования)? Опишите последовательность действий.

15. Для проверки гипотезы о законе распределения эмпирических данных используются критерии согласия. Назовите два наиболее распространенных (хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова) и поясните их основную идею.

16. Дайте определение основным компонентам (концептуальным блокам) дискретно-событийной модели: Сущность (Entity), Событие (Event), Ресурс (Resource), Очередь (Queue), Переменная состояния (State Variable). Как они взаимодействуют?

17. Что такое атрибут сущности и список событий? Какова роль FEL в управлении логикой модели?

18. Опишите типичный жизненный цикл сущности (заявки, детали) в классической модели системы массового обслуживания (СМО).

19. Какие показатели эффективности (ключевые характеристики) обычно рассчитывают для анализа работы СМО в имитационной модели? Дайте их содержательную интерпретацию (например, средняя длина очереди, утилизация ресурса).

20. Объясните разницу между статической и динамической очередью. В каких ситуациях применяется каждая из них?

21. В чем разница между моделированием установившегося (стационарного) состояния системы и моделированием переходного процесса? Как цели исследования влияют на выбор стратегии?

22. Как метод независимых повторных прогонов позволяет оценить точность результатов имитационного эксперимента? Опишите алгоритм построения точечной оценки и доверительного интервала для среднего значения.

23. Что такое имитационная анимация? Каковы ее основные функции: отладка, презентация или анализ?

24. Перечислите типичные риски и ошибки на различных этапах имитационного проекта (например, некорректные цели, ошибки в данных, неверная интерпретация результатов).

25. Назовите несколько современных областей применения имитационного моделирования, выходящих за рамки классических производственных систем.

26. Объясните концепцию уровня (Level) и потока (Flow) в моделировании системной динамики. Как они связаны с дифференциальными уравнениями?

27. В чем заключаются особенности агентного моделирования, делающие его удобным для изучения социальных, экономических или экологических систем с децентрализованным взаимодействием?

28. Что такое гибридная имитационная модель? Приведите пример системы, для исследования которой необходим такой подход.

29. Опишите основные классы современного программного обеспечения для имитационного моделирования (языки общего назначения, специализированные языки, процессно-ориентированные пакеты с графическим интерфейсом). Приведите примеры.

30. Как имитационное моделирование интегрируется с методами оптимизации для поиска наилучших параметров управляемой системы (например, концепция «черного ящика», симуляция с оценчиванием)?

1. Понятие имитационного моделирования и модели. Моделирующая система (пакет прикладных программ).
2. Типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования. Ситуации, в которых целесообразно применять имитационные модели.
3. Функционально-структурная схема имитационной модели.
4. Основные типовые этапы имитационного моделирования при создании модели «вручную».
5. Основные типовые этапы имитационного моделирования при создании модели с помощью конструкторских CASE-систем.
6. Правила и способы компьютерной реализации модели. Обзор прикладных систем имитационного моделирования.
7. Моделирование одноканальных, многоканальных и многофазных систем массового обслуживания.
8. Современные области применения имитационного моделирования.

Примерные вопросы к тестам

1. Основная цель имитационного моделирования - это:
 - a) Получение точного аналитического решения системы уравнений.
 - b) Оптимизация параметров системы без проведения экспериментов.
 - c) Исследование поведения сложной системы во времени путем экспериментирования с ее компьютерной моделью.
 - d) Замена всех натурных испытаний цифровыми аналогами.
2. Модель, в которой состояние системы изменяется в дискретные моменты времени, соответствующие наступлению событий, называется:
 - a) Агентной моделью.
 - b) Моделью системной динамики.
 - c) Дискретно-событийной моделью.
 - d) Непрерывной моделью.
3. Процесс проверки, правильно ли компьютерная программа (модель) соответствует своему концептуальному описанию и алгоритму, называется:
 - a) Валидацией.
 - b) Калибровкой.
 - c) Верификацией.
 - d) Аппроксимацией.
4. Процесс определения степени соответствия модели реальной системе для поставленных целей называется:
 - a) Верификацией.
 - b) Валидацией.
 - c) Оптимизацией.
 - d) Декомпозицией.
5. Метод Монте-Карло в имитационном моделировании - это, прежде всего:
 - a) Метод решения дифференциальных уравнений.
 - b) Метод статистических испытаний, основанный на многократной генерации случайных величин.
 - c) Метод визуализации результатов моделирования.
 - d) Алгоритм генерации истинно случайных чисел.
6. Для моделирования систем с агрегированными потоками (например, жидкость в баке, популяция животных), где состояние изменяется непрерывно, наиболее подходит:
 - a) Дискретно-событийное моделирование.
 - b) Моделирование системной динамики.
 - c) Агентное моделирование.
 - d) Стохастическое моделирование.
7. Какой тип моделей наиболее подходит для исследования децентрализованного взаимодействия автономных объектов, способных к принятию решений?
 - a) Дискретно-событийные модели.
 - b) Агентные модели.

с) Модели системной динамики.

д) Аналитические модели.

8. Генераторы псевдослучайных чисел в имитационном моделировании:

а) Производят истинно случайные числа на основе физических процессов.

б) Производят детерминированную последовательность чисел, обладающую статистическими свойствами случайных.

с) Не требуют задания начального значения (seed).

д) Используются только в моделях системной динамики.

9. Повторный запуск модели с теми же параметрами, но с другими начальными значениями датчиков случайных чисел, называется:

а) Итерация.

б) Репликация.

с) Валидация.

д) Калибровка.

10. Для анализа установившегося (стационарного) режима работы системы и построения доверительных интервалов для выходных параметров обычно используется:

а) Один очень длинный прогон модели.

б) Метод независимых повторных прогонов (репликаций).

с) Метод уменьшения длины шага по времени.

д) Метод «горячего старта» модели.

11. Эффект начального переходного периода в имитационном эксперименте может привести к:

а) Ускорению работы модели.

б) Смещенности выходных статистик, если данные этого периода включить в анализ.

с) Автоматической остановке модели.

д) Увеличению периода генератора случайных чисел.

12. Для борьбы с влиянием начального переходного периода на результаты моделирования используется метод:

а) Увеличения количества репликаций.

б) «Прогрева» с отсечением начальных данных.

с) Уменьшения скорости поступления заявок.

д) Запуска модели с пустым состоянием.

13. График, показывающий изменение состояния системы или его характеристики в зависимости от времени прогона модели, называется:

а) Гистограммой.

б) Траекторией (временным графиком).

с) Доверительным интервалом.

д) Схемой процесса.

14. Если время обслуживания в модели банкомата задано равномерным распределением $U(1, 3)$ минут, то математическое ожидание этого времени составит:

а) 1 минуту.

б) 3 минуты.

с) 2 минуты.

д) 1.5 минуты.

15. Какой из перечисленных этапов не является частью типичного цикла имитационного исследования?

а) Формулировка проблемы и целей.

б) Разработка концептуальной и компьютерной модели.

с) Верификация и валидация.

д) Полная замена реальной системы моделью на постоянной основе.

16. Статистическая погрешность результатов имитационного моделирования, связанная с конечным числом наблюдений (репликаций), называется:

а) Погрешностью округления.

б) Выборочной (статистической) ошибкой.

с) Систематической ошибкой.

д) Погрешностью валидации.

17. В модели системы массового обслуживания заявка, поступившая в момент, когда все каналы обслуживания заняты, обычно:
- Немедленно получает обслуживание.
 - Становится в очередь (если она есть) или получает отказ.
 - Ускоряет работу каналов.
 - Уничтожается системой.
18. Среднее время ожидания в очереди, загрузка ресурса и длина очереди - это примеры:
- Входных параметров модели.
 - Выходных (результатирующих) характеристик модели.
 - Параметров генераторов случайных чисел.
 - Переменных состояния модели.
19. Понятие «сущность» (entity) в дискретно-событийном моделировании - это:
- Физическое место в памяти компьютера.
 - Объект (например, деталь, клиент, сообщение), который перемещается по модели, вызывая события.
 - Синоним очереди.
 - Графический интерфейс модели.
20. Для проверки гипотезы о законе распределения входных данных реальной системы (например, времени обслуживания) на этапе подготовки к моделированию используют:
- Метод Монте-Карло.
 - Статистические критерии согласия (например, хи-квадрат, Колмогорова-Смирнова).
 - Метод наименьших квадратов.
 - Дисперсионный анализ.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Безруков А. И., Алексенцева О. Н. Математическое и имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025. - 227 с. – Режим доступа: <https://znanium.ru/catalog/document?id=454763>

Л1.2 Петров А. М., Беляев И. С., Демченко О. Н. Имитационное моделирование технологических систем и комплексов [Электронный ресурс]: учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/483002>

дополнительная

Л2.1 Решмин Б. И. Имитационное моделирование и системы управления [Электронный ресурс]: моногр.. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. - 76 с. – Режим доступа: <https://znanium.ru/catalog/document?id=452442>

Л2.2 Кораблев Ю. А. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебник; ВО - Бакалавриат. - Москва: КноРус, 2026. - 145 с. – Режим доступа: <https://book.ru/book/959673>

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Авторская имитация систем и сетей с очередями [Электронный ресурс]: учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206180>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Имитационное моделирование технологических систем и комплексов: Учебное пособие для вузов	https://e.lanbook.com/book/483002

2	Имитационное моделирование: учебник	https://e.lanbook.com/book/411686
---	-------------------------------------	---

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины «Имитационное моделирование» - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины (модуля),

а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование» осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе

самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине «Имитационное моделирование» являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные

формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины «Имитационное моделирование»,

ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине «Имитационное моделирование»: учебные пособия

или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС СтГАУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке СтГАУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины «Имитационное моделирование».

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	189/ИТ Ф	Оснащение: столы -22 шт., стулья -66 шт., персональный компьютер KraftwayCredoKC36, 65 - 1 шт., телевизор "LG" - 1 шт., стол лектора – 1шт., трибуна лектора – 1 шт., микрофон – 1 шт., учебно-наглядные пособия в виде презентаций, информационные плакаты, подключение к сети «Интернет», выход в корпоративную сеть университета
		201/1/И ТФ	Оснащение: специализированная мебель: столы – 14 шт., стулья - 28 шт., телевизор "LG" - 1 шт., классная доска – 2шт.,..., стол преподавателя – 1 шт., персональный компьютер преподавателя – 1 шт., учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, информационные плакаты, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» составлена на основе Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура <укажите наименование ВУЗа в настройках программы> по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ от 22.06.2026 г. № 324).

Автор (ы)

_____ доц. , ктн Орлянская И.А.

Рецензенты

_____ доц. , ктн Захарин Антон Викторович

_____ доц. , ктн Павлюк Роман Владимирович

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» рассмотрена на заседании Кафедра механики и технического сервиса протокол № 16 от 04.03.2026 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Заведующий кафедрой _____ Баганов Николай Анатольевич

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 8 от 14.04.2026 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Руководитель ОП _____