

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 05 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Имитационное моделирование  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 08.04.01 Строительство  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Автоматизация и управление процессами производства  
строительных материалов и изделий  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение студентом необходимых компетенций для создания имитационной модели технологического процесса производства строительных материалов и изделий.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний о производственных системах, моделях и имитационном моделировании;
- формирование умений конструирования имитационных моделей сложных производственных систем.
- формирование навыков использования результатов имитационного моделирования и комплексного анализа многомерных данных.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Имитационные модели процессов производства строительных материалов и изделий.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает актуальную нормативную документацию и научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок; методы проведения, внедрения, контроля результатов исследований и анализа научных данных; методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	Знает актуальную нормативную документацию и научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок; методы проведения, внедрения, контроля результатов исследований и анализа научных данных; методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	Зачет
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умеет применять актуальную нормативную документацию, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме исследования.	Умеет применять актуальную нормативную документацию, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме исследования.	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования; осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.	Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования; осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.	Индивидуальное задание
ПК-2.15	ИД-1ПК-2.15	Знает правила проведения обследования объекта автоматизации; методики определения характеристик объекта автоматизации; критерии оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности объекта автоматизации; программы для написания и модификации документов, выполнения расчетов; системы автоматизированного проектирования.	Знает требования законодательства Российской Федерации и нормативных правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию разделов различных стадий проекта на автоматизированные системы управления технологическими процессами и единого информационного пространства предприятий; требования нормативных документов к устройству автоматизированной системы управления технологическими процессами; правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами, единого информационного пространства предприятий, баз и банков данных; правила проведения обследования объекта автоматизации; методики определения характеристик объекта автоматизации; критерии	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности объекта автоматизации; правила ведения переговоров; методики и процедуры системы менеджмента качества; правила организации автоматизированной системы управления предприятием, технической эксплуатации электроустановок потребителей и устройства электроустановок; программы для написания и модификации документов, выполнения расчетов; системы автоматизированного проектирования.	
ПК-2.15	ИД-2ПК-2.15	Умеет применять правила организации автоматизированной системы управления предприятием для анализа информации по автоматизированным системам управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей, назначать критерии оптимальности принимаемых технических решений, пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет».	Умеет осуществлять постановку задачи работникам на проведение обследования объекта автоматизации и разработку отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом, включая базы и банки данных; применять методики и процедуры системы менеджмента качества, правила организации автоматизированной системы управления предприятием для анализа информации по автоматизированным системам управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей, отчета по результатам обследования	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>объекта автоматизации и определения характеристик объекта автоматизации и критериев оптимальности принимаемых технических решений при разработке схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом; применять систему автоматизированного проектирования и программу для написания и модификации документов для разработки схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом; применять методики ведения деловых переговоров для получения положительного результата при взаимодействии с заказчиком проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом; пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет».</p>	
ПК-2.15	ИД-ЗПК-2.15	<p>Владеет навыками определения номенклатуры информационных и управляющих сигналов автоматизированной системы управления технологическим процессом; сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом</p>	<p>Владеет навыками подготовки и утверждения заданий на выполнение работ на подготовку проектной документации автоматизированной системы управления технологическими процессами в рамках единого информационного пространства предприятий; определения критериев отбора участников работ по подготовке проектной</p>	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>оборудовании ведущих производителей;</p> <p>разработки вариантов структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом и выбор оптимальной структурной схемы.</p>	<p>документации и отбору исполнителей таких работ, а также по координации деятельности исполнителей таких работ; разработки частного технического задания на обследование объекта автоматизации и ознакомления с отчетом по результатам обследования объекта автоматизации, определения номенклатуры информационных и управляющих сигналов автоматизированной системы управления технологическим процессом; сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей; разработки вариантов структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом и выбор оптимальной структурной схемы;</p> <p>разработки технического задания на разработку проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом, включая процессы получения, хранения, обработки и защиты данных и согласования его с заказчиком; разработки частных технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления</p>	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технологическим процессом.	
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	Знать методы системного анализа; информационные технологии и особенности применения интегрированных систем управления производством в области материаловедения и технологии материалов.	Знать стандарты, основы правовых знаний, современные тенденции, особенности конструкции и технологические возможности новых образцов оборудования и перспективы развития производств в области материаловедения и технологии материалов; методы системного анализа; информационные технологии и особенности применения интегрированных систем управления производством в области материаловедения и технологии материалов	Коллоквиум
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	Уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства; анализировать эффективность работы автоматизированной системы управления производством.	Уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства, организовывать и осуществлять разработку локальных актов, регламентирующих деятельность подразделения обеспечения производства в области материаловедения и технологии материалов в организации; осуществлять подбор и расстановку кадров и обеспечивать взаимодействие подразделения обеспечения производства в области материаловедения и технологии материалов с другими техническими службами организации; анализировать эффективность работы автоматизированной	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			системы управления производством.	
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	Владеть навыками контроля текущего состояния производства и проверки эффективности функционирования автоматизированной системы управления производством в части материаловедения и технологии материалов; разработки отчетов по итогам анализа состояния производства в области материаловедения и технологии материалов.	Владеть навыками разработки нормативных документов, регламентирующих деятельность подразделения обеспечения производства в области материаловедения и технологии материалов; контроля укомплектованности подразделения обеспечения производства квалифицированными кадрами и эффективности его взаимодействия с другими техническими службами организации в области материаловедения и технологии материалов; контроля текущего состояния производства и проверка эффективности функционирования автоматизированной системы управления производством в части материаловедения и технологии материалов; разработки отчетов по итогам анализа состояния производства в области материаловедения и технологии материалов.	Индивидуальное задание



### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	12	12	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	40	40	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<b>3-й семестр</b>				
Основы имитационного моделирования	2	0	4	10
Суть имитационного моделирования. Система, модели и имитационное моделирование. Системный подход к формированию имитационной модели. Обоснование, формулирование и конструирование имитационной модели.				
Математический аппарат имитационного моделирования	2	0	8	16
Основные положения теории вероятностей. Схемы образования случайных величин. Выборочный метод Монте-Карло. Основные понятия математической статистики. Теория оценок. Проверка статистических гипотез. Методы идентификации и преобразования статистической информации. Методы экспертных оценок.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Планирование экспериментов и методы оптимизации	2	0	8	20
Основные понятия и определения. Однофакторный дисперсионный анализ. Факторный анализ. Неполный факторный анализ. Нахождение оптимальных условий.				
Тактическое планирование	2	0	6	12
Нестационарные режимы работы имитационной модели. Определение размера выборки. Методы понижения дисперсии.				
Анализ выходных данных и сравнение альтернативных вариантов имитационной модели	2	0	8	18
Метод проверок. Метод доверительных интервалов. Проблема многомерных откликов. Анализ чувствительности имитационной модели.				
Организационные аспекты имитационного моделирования	2	0	6	14
Имитационное моделирование как инструмент исследования операций. Общие требования к разработке имитационной модели. Использование результатов имитационного моделирования. Перспективы имитационного моделирования.				
ИТОГО по 3-му семестру	12	0	40	90
ИТОГО по дисциплине	12	0	40	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Создание простой модели в программной среде AnyLogic. Размещение простых блоков модели. Задание динамики процесса путем создания диаграммы из блоков Библиотеки моделирования процессов. Настройки блоков диаграмм. Запуск и анализ работы имитационной модели.
2	Создание анимации модели. Разметка пространства. Запуск модели и изучение ее поведения. Добавление 3D анимации. Навигация на сцене трехмерной анимации.
3	Усложнение модели путем добавления ресурсов. Внесение изменений в диаграмму процесса. Моделирование действий объекта с помощью блока управления и блока принятия решений. Разметка пространства и ресурсы сервиса в программной среде AnyLogic.
4	Добавление 3D объектов, особенности размещения, настройка и параметры. Добавление средств сбора и отображения статистики по работе блоков диаграммы в программной среде AnyLogic. Визуализация результата работы модели с помощью гистограмм.
5	Создание модели распространения продукта по Бассу в программной среде AnyLogic. Постановка задачи и анализ модели. Создание диаграммы накопителей и потоков. Задание констант и начальных значений накопителей.
6	Создание динамических переменных. Полярность связей. Настройки запуска модели. Запуск и анализ работы имитационной модели.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
7	Инструменты для сбора, отображения и анализа данных во время выполнения модели.
8	Моделирование повторных покупок, цикличности спроса, стратегии рекламной кампании, оптимизации рекламной стратегии.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
---

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li> </ol>
---

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Вьюненко Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская. - Москва: Юрайт, 2016.	4

2	Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Б. Кобелев, В. А. Половников, В. А. Девятков. - Москва: КУРС, ИНФРА-М, 2013.	1
3	Строгалева В. П. Имитационное моделирование : учебное пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Дьячко А. Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем / А. Г. Дьячко. - Москва: Изд-во МИСиС, 2007.	7
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Мешечкин В. В. Имитационное моделирование / Мешечкин В. В., Косенкова М. В. - Кемерово: КемГУ, 2012.	<a href="https://e.lanbook.com/book/44371">https://e.lanbook.com/book/44371</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Пимонов А. Г. Имитационное моделирование / Пимонов А. Г., Вережкин С. А., Прокопенко Е. В. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015.	<a href="https://e.lanbook.com/book/69500">https://e.lanbook.com/book/69500</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Палеи? А. Г., Поллак Г. А. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей? средствами iWebsim и AnyLogic : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 208 с.	URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-122179">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-122179</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Салмина Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Салмина Н. Ю. - Москва: ТУСУР, 2015.	<a href="https://e.lanbook.com/book/110330">https://e.lanbook.com/book/110330</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Строгалев В. П. Имитационное моделирование : учебное пособие / Строгалев В. П., Толкачева И. О. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2018.	<a href="https://e.lanbook.com/book/106283">https://e.lanbook.com/book/106283</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Строгалев В. П., Толкачева И. О. Имитационное моделирование : учебное пособие. 4-е изд. Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. 295 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106283">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106283</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	AutoCAD Design Suite Ultimate, академическая лиц., Education Network 3000 concurrent users, ПНИПУ ОЦНИТ 2019
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Pilot-ICE Enterprise ( 250 раб.мест СФ)

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Комплект для просмотра демонстрационных материалов и учебных фильмов (ноутбук, проектор)	1
Практическое занятие	Комплект для просмотра демонстрационных материалов и учебных фильмов (ноутбук, проектор)	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (рабочие станции) в комплекте	14

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Имитационное моделирование»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 08.04.01 Строительство

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Автоматизация и управление процессами  
производства строительных материалов и  
изделий

**Квалификация выпускника:** «Магистр»

**Выпускающая кафедра:** Строительный инжиниринг и материаловедение

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 3

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифф. зачёт: 3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана). В семестре предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, в том числе самостоятельная работа и дифференцированный зачет. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, отчетов по практическим занятиям, зачёта и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.



Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	3-й семестр		
	Текущий	Рубежный	Итоговый
	ТО	ОПЗ	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>З.1</b> Знать актуальную нормативную документацию и научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок; методы проведения, внедрения, контроля результатов исследований и анализа научных данных; методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	ТО		ТВ
<b>З.2</b> Знать правила проведения обследования объекта автоматизации; методики определения характеристик объекта автоматизации; критерии оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности объекта автоматизации; программы для написания и модификации документов, выполнения расчетов; системы автоматизированного проектирования.	ТО		ТВ
<b>З.3</b> Знать методы системного анализа; информационные технологии и особенности применения интегрированных систем управления производством в области материаловедения и технологии материалов.	ТО		ТВ
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> Уметь применять актуальную нормативную документацию, оформлять результаты научноисследовательских и опытно-конструкторских работ по теме исследования.		ОПЗ	ПЗ
<b>У.2</b> Уметь применять правила организации автоматизированной системы управления предприятием для анализа информации по автоматизированным системам управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей, назначать критерии оптимальности принимаемых технических решений, пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью «Интернет».		ОПЗ	ПЗ
<b>У.3</b> Уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства; анализировать эффективность работы автоматизированной системы управления производством.		ОПЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> Владеть навыками организации сбора и изучения научнотехнической информации по теме исследования; осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.		ИКЗ	КЗ
<b>В.2</b> Владеть навыками определения номенклатуры информационных и управляющих сигналов автоматизированной системы управления технологическим процессом; сбора информации об автоматизированных системах управления технологическими процессами и используемом оборудовании ведущих производителей; разработки вариантов структурных схем автоматизированной системы управления технологическим процессом и выбор оптимальной структурной схемы.		ИКЗ	КЗ

<b>В.3</b> Владеть навыками контроля текущего состояния производства и проверки эффективности функционирования автоматизированной системы управления производством в части материаловедения и технологии материалов; разработки отчетов по итогам анализа состояния производства в области материаловедения и технологии материалов.		ИКЗ	КЗ
--	--	-----	----

*ТО – теоретический опрос; ОПЗ – отчет по практическим занятиям; ТВ - теоретический вопрос; ПЗ - практическое задание; КЗ - комплексное задание. ИКЗ – индивидуальное комплексное задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференциального зачета (3-й семестр), проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, сдача расчетно-графических работ, подготовка докладов, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме выборочного теоретического опроса студентов по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме выполнения и защиты отчета по практическим заданиям и индивидуального комплексного задания.

### **2.2.1. Отчет по практическим занятиям**

Всего запланировано 6 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

#### **Типовые темы практических занятий:**

1. Создание простой модели в программной среде AnyLogic. Размещение простых блоков модели. Задание динамики процесса путем создания диаграммы из блоков Библиотеки моделирования процессов. Настройки блоков диаграмм. Запуск и анализ работы имитационной модели.

2. Создание анимации модели. Разметка пространства. Запуск модели и изучение ее поведения. Добавление 3D анимации. Навигация на сцене трехмерной анимации.

3. Усложнение модели путем добавления ресурсов. Внесение изменений в диаграмму процесса. Моделирование действий объекта с помощью блока управления и блока принятия решений. Разметка пространства и ресурсы сервиса в программной среде AnyLogic.

Защита практических заданий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2 Индивидуальное комплексное задание**

Для оценки сформированности владений по учебной дисциплине студентам предлагается выполнить индивидуальное комплексное задание.

#### **Типовые индивидуальные комплексные задания:**

1. Создание модели распространения продукта по Бассу в программной среде AnyLogic. Постановка задачи и анализ модели. Создание диаграммы накопителей и потоков. Задание констант и начальных значений накопителей.

2. Создание динамических переменных. Полярность связей. Настройки запуска модели. Запуск и анализ работы имитационной модели.

3. Инструменты для сбора, отображения и анализа данных во время выполнения модели.

4. Моделирование повторных покупок, цикличности спроса, стратегии рекламной кампании, оптимизации рекламной стратегии.

Защита индивидуальных комплексных заданий проводится группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам

текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача отчета по практическим заданиям, защите индивидуального комплексного задания и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация представляет собой сдачу дифференцированного зачёта.

Критерии и шкалы оценивания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания (зачёта)**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения отчета по практическим занятиям и индивидуального комплексного задания по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Понятие «имитационное моделирование», различные трактовки.
2. Моделирование, система, состояние, модель. Понятия и связь понятий.
3. Дискретная и непрерывная системы.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Описать этапы разработки имитационной модели.
2. Описать стадии построения и проверки моделей.
3. Описать цели проведения экспериментов по моделированию.

##### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Представить и описать концептуальную модель системы обслуживания.
2. Представить и описать механизм имитационного моделирования продвижения модельного времени с постоянным шагом.

3. Представить и описать механизм имитационного моделирования продвижения модельного времени от события к событию.

Полный перечень вопросов и заданий для дифференцированного зачета приведен в приложении 1.

#### **2.3.2.1 Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

**Перечень теоретических вопросов, практических и комплексных заданий для зачёта по дисциплине «Имитационное моделирование»**

**Теоретические вопросы зачёта**

1. Понятие «имитационное моделирование», различные трактовки.
2. Моделирование, система, состояние, модель. Понятия и связь понятий.
3. Дискретная и непрерывная системы.
4. Сложная техническая система и особенности ее анализа. Свойства сложных систем.
5. Верификация, валидация и доверие к модели.
6. Основные понятия теории вероятности и их смысл (элементарное событие, вероятность события, случайная величина).
7. Перечислить и охарактеризовать наиболее распространенные законы распределений дискретных случайных величин.
8. Перечислить и охарактеризовать наиболее распространенные законы распределений непрерывных случайных величин.
9. Основные типы параметров распределения.
10. Универсальный метод статистического моделирования (метод Монте-Карло).
11. Основные понятия математической статистики.
12. Виды оценок параметров.
13. Методы идентификации и преобразования статистической информации.
14. Виды задач идентификации преобразования информации. Методы экспертных оценок.
15. Виды имитационного моделирования.

**Практические задания зачёта:**

1. Описать этапы разработки имитационной модели.
2. Описать стадии построения и проверки моделей.
3. Описать цели проведения экспериментов по моделированию.
4. Математическое описание вероятности события.
5. Описать основные характеристики случайных величин, представить математическое представление.

6. Описать три типа явлений, определяющих выбор математического представления событий.
7. Биномиальное распределение. Основные понятия и математический смысл. Частный случай (распределение Бернулли).
8. Распределение Пуассона. Основные понятия и математический смысл.
9. Геометрическое распределение. Основные понятия и математический смысл.
10. Равномерное распределение. Основные понятия и математический смысл.
11. Экспоненциальное (показательное) распределение. Основные понятия и математический смысл.
12. Нормальное распределение. Основные понятия и математический смысл. Усеченное нормальное распределение.
13. Логнормальное распределение. Основные понятия и математический смысл.
14. Гамма-распределение.
15. Описать процедуру определения экспертных оценок методом Дельфи.

Комплексные задания зачёта:

1. Представить и описать концептуальную модель системы обслуживания.
2. Представить и описать механизм имитационного моделирования продвижения модельного времени с постоянным шагом.
3. Представить и описать механизм имитационного моделирования продвижения модельного времени от события к событию.
4. Представить и описать модель динамики численности населения с обратными связями.
5. Представить и описать концептуальную модель системы массового обслуживания.
6. Представить и описать концептуальную модель состояния экономики Солоу.
7. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства автоклавного газобетона
8. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства товарного бетона
9. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства неавтоклавного газобетона
10. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства керамического кирпича



11. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства керамзитобетона
12. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства товарной извести
13. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства сухих строительных смесей
14. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства фанеры
15. Представить и описать концептуальную модель системы управления качеством производства керамзитобетонных блоков.