



## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Освоение дисциплинарных компетенций по применению методов моделирования систем управления, реализующих процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторой математической модели и исследование этой модели для получения требуемых характеристик реального объекта.

Задачи:

- Получение знаний общих принципов и алгоритмов моделирования систем управления.
- Формирование умений применять методы расчета, проектирования и исследования систем управления.
- Освоение навыков проектирования и исследования характеристик реального объекта.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Классификация моделей, математическое описание непрерывных и дискретных моделей систем, статистическое и имитационное моделирование; исследование систем с использованием современных моделирующих программ.

### 1.3. Входные требования

Базируется на дисциплинах:

Информатика  
Программирование и основы алгоритмизации  
Теория автоматического управления  
Теоретические основы электротехники

## 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-1.1	ИД-1пк-1.1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Методы математического описания систем управления ;</li><li>• Основы программ и методик испытаний технических систем (ОК-12);</li><li>• Методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением современных математических методов, технических и программных средств (ПК20);</li></ul>	Знает основы теории автоматического управления, принятия решений, методов моделирования.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2пк-1.1	- Готовить технические задания на проведение экспериментов (ОК-12). Грамотно оценивать тип математической модели. Определять параметры моделей для систем управления. - Проводить вычислительные эксперименты с применением современных математических методов, технических и программных средств обработки результатов эксперимента (ПК-20);	Умеет анализировать действующие методики проведения экспериментов и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3пк-1.1	- Опытном практической работы в интегрированной среде моделирования систем Scade Suite 6-3-1.	Владеет навыками построения и исследования моделей, ИД-1ПК-1.1 Знает основы теории автоматического управления, принятия решений, методов моделирования.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 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
7-й семестр				
Модуль 1. Теория подобия	4	0	6	14
Тема 1. Виды моделирования. Условное и аналогичное моделирование Тема 2. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия. Тема 3. Третья теорема подобия. Дополнительные положения теории подобия Тема 4. Достоверность определения критериев подобия. Тема 5. Классификация моделей. D, F, P, A- модели.				
Модуль 2. Методы построения моделей	6	10	4	24
Тема 6. Линейные регрессионные модели. Определение достоверности модели. Проверка статистических гипотез. Интегрированная среда моделирования систем Scade Suite 6-3-1. Тема 7. Нелинейные модели. Метод прямого поиска определения параметров . Симплексный метод определения параметров. Обработка результатов моделирования Тема 8. Метод Гаусса определения параметров нелинейных моделей. Обработка результатов моделирования Тема 9. Градиентный метод определения параметров. Обработка результатов моделирования Тема. 10. Определения параметров моделей, описываемых дифференциальными уравнениями. Обработка результатов моделирования				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 3. Статистическое и имитационное моделирование.	6	6	8	16
Тема 11. Статистическое моделирование. Основные соотношения и теоремы, используемые при статистическом моделировании. Тема 12. Тестирование алгоритмов разыгрывания случайных чисел. Тема 13. Методы разыгрывания дискретных и непрерывных случайных величин. Тема 14. Приближенные методы разыгрывания непрерывных случайных величин Тема 15. Методы обеспечения заданной точности статистического моделирования. Тема 16. Методы построения имитационных моделей. Примеры. Использование интегрированной среды моделирования систем Scade Suite 6-3-1.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	16	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	16	18	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Тема 2. Первая теорема подобия. Вторая теорема подобия.
2	Тема 4. Достоверность определения критериев подобия.
3	Тема 5. Классификация моделей. D, F, P, A- модели.
4	Тема 6. Линейные регрессионные модели. Определение достоверности модели. Проверка статистических гипотез. Интегрированная среда моделирования систем Scade Suite 6-3- 1.
5	Тема 8. Метод Гаусса определения параметров нелинейных моделей. Обработка результатов моделирования
6	Тема 11. Статистическое моделирование. Основные соотношения и теоремы, используемые при статистическом моделировании.
7	Тема 12. Тестирование алгоритмов разыгрывания случайных чисел.
8	Тема 13. Методы разыгрывания дискретных и непрерывных случайных величин.
9	Тема 14. Приближенные методы разыгрывания непрерывных случайных величин

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Тема 7. Нелинейные модели. Метод прямого поиска определения параметров . Симплексный метод определения параметров. Обработка результатов моделирования
2	Тема 8. Метод Гаусса определения параметров нелинейных моделей. Обработка результатов моделирования
3	Тема 9. Градиентный метод определения параметров. Обработка результатов моделирования
4	Тема 10. Определения параметров моделей, описываемых дифференциальными уравнениями. Обработка результатов моделирования
5	Тема 13. Методы разыгрывания дискретных и непрерывных случайных величин.
6	Тема 14. Приближенные методы разыгрывания непрерывных случайных величин. Использование интегрированной среды моделирования систем Scade Suite 6-3-1.

### 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление связей с ранее освоенным материалом.

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
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.

## 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	Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учебный курс / Ю. Лазарев. - Санкт-Петербург: Питер, 2005.	14
2	Леготкина Т. С. Моделирование систем управления : учебное пособие / Т. С. Леготкина, С.А. Данилова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	66
3	Математические основы моделирования систем. - М.: , Финансы и статистика, 2006. - (Введение в состоятельные методы моделирования систем : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 1).	4
4	Советов Б. Я. Моделирование систем : Лабораторный практикум : учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - Москва: Высш. шк., 1989.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Леготкина Т. С. Моделирование систем управления. Исследование нелинейных моделей : учебно-методическое пособие / Т. С. Леготкина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2004.	9
2	Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. М.: Мир, 1973.-957 с.	2
3	Ю.Г.Карпов. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2006.- 390 с	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Моделирование систем и процессов : методические указания по выполнению контрольных работ. для студентов заочного факультета специализаций толаад, бтипвт. - Санкт-Петербург: СПбГУ ГА, 2011.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		

1	Затонский А. В. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2019.	1
<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	Документация MATLAB	<a href="https://docs.exponenta.ru/">https://docs.exponenta.ru/</a>	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------



Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер IBM PC	8
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер IBM PC	8

## **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  
**«Моделирование систем управления»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Пермь 2023

**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 (7-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Зачёт	
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1.</b> Знает методы математического описания систем управления; основы программ и методик испытаний технических систем; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением современных математических методов, технических и программных средств		ТО1		КР1		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1.</b> Умеет готовить технические задания на проведение экспериментов; грамотно оценивать тип математической модели. Определять параметры моделей для систем управления; проводить вычислительные эксперименты с применением современных математических методов, технических и программных средств обработки результатов эксперимента.			ОП31 ОП32 ОП33 ОП34	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1.</b> Владеет навыками и опытом практической работы в интегрированной среде моделирования систем Scade Suite 6-3-1.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4			

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное

тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом 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 обучаемого 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 бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, 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 в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится 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 усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после проведения практических занятий).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Защита отчетов по практическим занятиям**

Всего запланировано 4 практических занятия. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Всего запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины и проведения практических занятий.

#### **Типовые задания КР1:**

1. Теоремы подобия.
2. Достоверность определения критериев подобия.

#### **Типовые задания КР2:**

1. Алгоритмы разыгрывания дискретных и непрерывных случайных величин.
2. Основные теоремы статического моделирования.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, может быть использовано индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

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

#### **2.4.2. 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 освоенных 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.

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

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

1. Первая теорема подобия.
2. Вторая теорема подобия.
3. Третья теорема подобия.
4. Классификация моделей. D, F, P, A модели.
5. Линейные регрессионные модели.
6. Нелинейные модели.
7. Симплексный метод определения параметров моделей.
8. Метод Гаусса определения параметров нелинейных моделей.
9. Статистическое моделирование. Основные теоремы.
10. Методы разыгрывания случайных величин.

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

1. Метод прямого поиска определения параметров нелинейных моделей.
2. Градиентный метод определения параметров нелинейных моделей.
3. Методы разыгрывания случайных величин.
4. Метод наименьших квадратов для определения параметров нелинейных моделей.

##### **2.4.2.2. 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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в*

*билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.