



**Рабочая программа дисциплины**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ  
ПАРАМЕТРАМИ»**

Направление подготовки: **27.03.04 – Управление в технических системах**

Профиль подготовки: **Информационные технологии в управлении**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Санкт-Петербург, 2017

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование систем с распределенными параметрами» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 – Управление в технических системах и профиля подготовки Информационные технологии в управлении.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план направления 27.03.04 – Управление в технических системах.

Учебные и методические материалы по учебной практике размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик(и):**

Рахманова И.О., кандидат технических наук, доцент

**Рецензент:**

Смирнова Н.А., зам. генерального директора ПО «Ленстройматериалы», кандидат технических наук, доцент

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры информационных технологий и безопасности «06» сентября 2017 года, протокол №1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
5.1. Темы контрольной работы .....	11
5.2. Темы курсовых работ.....	11
5.3. Перечень методических рекомендаций .....	11
5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету (экзамену).....	11
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	13
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	17
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ .....	17
Приложение .....	19

# **1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

1.1. Целью освоения дисциплины **«Математическое моделирование систем с распределенными параметрами»** является

- подготовка высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по исследованию и синтезу систем с распределенными параметрами.

1.2. Изучение дисциплины **«Математическое моделирование систем с распределенными параметрами»** способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- усвоение основных положений теоретических основ автоматизированного управления.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## ***Общепрофессиональные (ОПК):***

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ОПК-2</b>	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

## ***Профессиональные (ПК):***

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ПК-2</b>	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
<b>ПК-6</b>	способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

1.4. В результате изучения дисциплины студент должен:

- **Знать:** теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП, основные принципы и схемы автоматического управления СРП, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования систем с распределенными параметрами.
- **Уметь:** применять математические методы для анализа общих свойств линейных распределенных систем, применять методы расчета и исследования систем автоматического управления объектами с распределенными параметрами на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований.
- **Владеть:** приемами разработки математических моделей систем с распределенными параметрами, методами преобразования структурных схем распределенных систем управления.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Математическое моделирование систем с распределенными параметрами» относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин и входит в его базовую часть.

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями по дисциплине «Теория автоматического управления», устанавливаемыми ФГОС ВПО по направлению «Управление в технических системах».

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

### 3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>288</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>32</b>
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	16
курсовая работа	2
<b>Самостоятельная работа обучающегося</b>	<b>256</b>
<i>Промежуточная аттестация в форме экзаменов</i>	

### 3.2. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Курсовая работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
<b>1.</b>	<b>Модуль 1. Основные понятия и определения систем с распределенными параметрами</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>67</b>			
2.	Введение	1				1			
3.	<b>Раздел 1. Общая характеристика систем с распределенными параметрами</b>	71	3	2		66			
4.	Тема 1.1. Основные понятия СРП	18	0.5			17.5			
5.	Тема 1.2. Основные классификационные признаки СРП	18	1	1		16			
6.	Тема 1.3. Области применения СРП	18	1	1		16			
7.	Тема 1.4. История развития СРП	17	0.5			16.5			
<b>8.</b>	<b>Модуль 2. Математическое описание СРП</b>	<b>72</b>	<b>3</b>	<b>6</b>		<b>63</b>			
9.	<b>Раздел 2. Модели распределенных объектов</b>	72	3	6		63			
10.	Тема 2.1. Математическое обеспечение распределенных объектов	24	2	2		20			
11.	Тема 2.2. Модальное представление распределенных объектов	24	1	2		21			
12.	Тема 2.3. Математическое обеспечение нелинейных распределенных объектов	24		2		22			
13.	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		<b>130</b>	<b>1</b>		<b>экз</b>
<b>14.</b>	<b>Модуль 3. Оценка устойчивости СРП</b>	<b>54</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>48</b>			
15.	<b>Раздел 3. Устойчивость систем с распределенными параметрами</b>	54	4	2		48			

16.	Тема 3.1. Понятие устойчивости СРП	18	2	0.5		15,5			
17.	Тема 3.2. Частотные критерии устойчивости	18	1	0.5		16,5			
18.	Тема 3.3. Устойчивость нелинейных СРП	18	1	1		16			
19.	<b>Модуль 4. Моделирование СРП</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>62</b>			
20.	<b>Раздел 4. Математическое моделирование СРП</b>	72	4	6		62			
21.	Тема 4.1. Распределенные звенья и блоки	24	1	2		21			
22.	Тема 4.2. Распределенный высокоточный регулятор	24	1	2		21			
23.	Тема 4.3. Программное обеспечение для моделирования СРП	24	2	2		20			
24.	<b>Заключение</b>	<b>1</b>				<b>1</b>			
25.	<b>Курсовая работа</b>	<b>17</b>			<b>2</b>	<b>15</b>			
26.	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>126</b>			
27.	<b>Всего:</b>	<b>288</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>256</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Экз, экз</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1. Основные понятия и определения систем с распределенными параметрами

#### Введение

Цели, предмет и задачи курса. Общие сведения о системах с распределенными параметрами. Основные типы СРП и их роль в научно-техническом прогрессе.

#### Раздел 1. Общая характеристика систем с распределенными параметрами

Предмет и задачи курса ММСРП, его связь с другими дисциплинами специальности. Организация учебного процесса по изучению дисциплины, формы отчетности и контроля.

История развития теории автоматического управления. Роль российских и советских ученых в становлении и развитии ММСРП. Состояние проблемы синтеза регуляторов для объектов с распределенными параметрами.

### **Тема 1.1. Основные понятия СРП**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Основные понятия СРП	0,5час
---------	----------------------	--------

### **Тема 1.2. Основные классификационные признаки СРП**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	<b>Основные классификационные признаки СРП</b>	1 час
---------	--	-------

Практическое занятие	<b>Основные классификационные признаки СРП</b>	1 час
----------------------	--	-------

### **Тема 1.3. Области применения СРП**

Лекция:	<b>Основные классификационные признаки СРП</b>	1 час
---------	--	-------

Практическое занятие	<b>Основные классификационные признаки СРП</b>	1 час
----------------------	--	-------

### **Тема 1.4. История развития СРП**

Лекция:	Основные понятия СРП	0,5час
---------	----------------------	--------

## **Модуль 2. Математическое описание СРП**

### **Раздел 2. Модели распределенных объектов**

Описание распределенных объектов дифференциальными уравнениями. Описание распределенных объектов на основе импульсных переходных функций.

Модальное представление распределенных объектов. Представление распределенных объектов в частотной области. Понятие пространственно-инвариантных объектов и систем.

### **Тема 2.1. Математическое обеспечение распределенных объектов**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Математическое обеспечение распределенных объектов	2 часа
---------	--	--------

Практическое занятие:	Занятие №1 по теме «Математическое обеспечение распределенных объектов»	2 часа
-----------------------	---	--------



## **Тема 2.2. Модальное представление распределенных объектов**

Лекция:	Модальное представление распределенных объектов	1 час
Практическое занятие:	Модальное представление распределенных объектов	2 часа

## **Тема 2.3. Математическое обеспечение нелинейных распределенных объектов**

### ***Виды учебных занятий:***

Практическое занятие:	Занятие №2 по теме «Математическое обеспечение нелинейных распределенных объектов»	2 часа
-----------------------	--	--------

## **Модуль 3. Оценка устойчивости СРП**

### **Раздел 3. Устойчивость систем с распределенными параметрами**

Достаточное условие устойчивости распределенных систем. Анализ устойчивости по дисперсионным соотношениям. Особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам. Критерий устойчивости Найквиста для пространственно-инвариантных систем со скалярным входным воздействием.

### **Тема 3.1. Понятие устойчивости СРП**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Понятие устойчивости СРП	2 час
Практическое занятие	Понятие устойчивости СРП	0.5 часа

### **Тема 3.2. Частотные критерии устойчивости**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Частотные критерии устойчивости	1 час
Практическое занятие:	Занятие №3 по теме «Частотные критерии устойчивости»	0,5 часа

### **Тема 3.3. Устойчивость нелинейных СРП**

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция	Устойчивость нелинейных СРП	1 час
Практическое занятие:	Занятие №4 «Устойчивость нелинейных СРП»	1 час

## **Модуль 4. Моделирование СРП**

### **Раздел 4. Математическое моделирование СРП**

Распределенные звенья. Техническая реализация распределенных звеньев. Распределенный высокоточный регулятор. Распределенные блоки. Распределенный фильтр.

Распределенный регулятор прямого действия. Упрощенная математическая модель распределенного регулятора прямого действия.

#### **Тема 4.1. Распределенные звенья и блоки**

##### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Распределенные звенья и блоки	1 час
Практическое занятие	Распределенные звенья и блоки	2 часа

#### **Тема 4.2. Распределенный высокоточный регулятор**

##### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Распределенный высокоточный регулятор	1 час
Практическое занятие:	Занятие №5 «Распределенный высокоточный регулятор»	2 часа

#### **Тема 4.3. Программное обеспечение для моделирования СРП**

##### ***Виды учебных занятий:***

Лекция	Программное обеспечение для моделирования СРП	2 часа
Практическое занятие:	Занятие №6 «Программное обеспечение для моделирования СРП»	2 часа

### **Заключение**

Изучение данной дисциплины позволит грамотно применять полученные знания при использовании СРП, ставить и решать задачи проектирования и модернизации СРП, а также применять методы разработки математических моделей систем для реализации СРП.

Приобретенные знания студентами будут непосредственно использованы при изучении дисциплин «Автоматизация проектирования систем и средств управления», «Проектирование АСУ ТП», а также в курсовом и дипломном проектировании.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Рабочим учебным планом профиля подготовки предусмотрено выполнение 1 контрольной работы.

Учебные и методические материалы по выполнению контрольной работы размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

### **5.1. Темы контрольной работы**

<b>Модуль дисциплины</b>	<b>Наименование тем</b>
Модуль 2.	Математическое обеспечение распределенных объектов

### **5.2. Темы курсовых работ**

Рабочими учебными планами профилей подготовки выполнение курсовой работ (проектов) предусмотрено.

<b>Модуль дисциплины</b>	<b>Наименование тем</b>
Модуль 4. Моделирование СРП	Построение моделей объектов с распределенными параметрами

### **5.3. Перечень методических рекомендаций**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>
1	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### **5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету (экзамену)**

1. Что называется системой автоматического управления?
2. Перечислите принципы управления и поясните их.
3. Что представляет собой закон управления?
4. Назовите фундаментальные принципы управления
5. Что такое фазовая частотная характеристика?
6. Что такое амплитудная частотная характеристика?
7. Укажите уравнение дельта-функции
8. Укажите передаточную функцию идеального пространственно-интегрирующего звена
9. Укажите уравнение Лапласиана
10. Укажите условие устойчивости сеточного уравнения
11. Какие процессы относятся к системам с распределенными параметрами
12. Что является решением краевой задачи

13. Укажите передаточную функция пространственно-усилительного звена
14. Укажите передаточную функция идеального пространственно-дифференцирующего звена
15. Что такое амплитудно-фазовая частотная характеристика?
16. Перечислите основные законы регулирования
17. Какое выражение соответствует непрерывному ПИ–закону управления
18. Укажите передаточную функция пространственно-форсирующего звена
19. Укажите передаточную функция идеального пространственно-изодромного звена
20. Какое выражение соответствует непрерывному ПИД–закону управления
21. По какой динамической характеристике системы оценивают прямые показатели качества
22. Какие методы применяют для исследования нелинейных систем?
23. Для каких систем используется метод фазовой плоскости ?
24. Какой фазовый портрет соответствует устойчивому узлу?
25. История развития теории СРП в России
26. История развития теории СРП за рубежом.
27. Частотные методы синтеза СРП
28. Параметрические методы синтеза СРП
29. Аналитическое конструирование оптимальных распределенных регуляторов
30. В какой ряд раскладывают нелинейную функцию при линеаризации уравнения нелинейного элемента АСР
31. СРП с подвижным источником воздействия
32. Метод Попова
33. Метод гармонической линеаризации
34. Кем предложен метод фазовой плоскости
35. Распределенный высокоточный регулятор
36. Структурное моделирование СРП
37. Какие типовые воздействия используются при изучении динамики элементов СРП
38. Конечно-разностные уравнения
39. Спецпакеты для моделирования СРП
40. Примеры СРП
41. Конечномерная аппроксимация систем с распределенными параметрами и решение задачи синтеза регуляторов методами, используемыми в сосредоточенных системах
42. Классификация основных методов приближенного моделирования ОРП
43. Что такое распределенный блок?
44. Что такое функция Грина?
45. Модальное представление СРП
46. Устойчивость СРП
47. Проблема управления СРП
48. Оптимальное управление в СРП
49. Адаптивное управление в СРП

## 50. Показатели качества управления

### **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** **Основная литература**

1. Бутковский А.Г. Структурная теория распределенных систем. — М.: Наука, 1977. - 320 с.
2. Бутковский А.Г. Характеристики систем с распределенными параметрами. — М.: Наука, 1979. — 224 с.
3. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. Особые линейные и нелинейные системы. — М.: Энергия, 1981, 303 с.
4. Егоров А.И. Оптимальное управление тепловыми и диффузионными процессами. — М.: Наука, 1978. — 463 с.
5. Коваль В.А. Спектральный метод анализа и синтеза распределенных управляемых систем – Саратов: Сарат. Гос. Техн. ун-т, 1997 – 192 с.
6. Лыков А.В. Теория теплопроводности – М.: Высшая школа, 1967 – 599 с.
7. Материалы в приборостроении и автоматике. Справочник / под. Ред. Ю.М. Пятина. — М.: Машиностроение 1992- 256 с.
8. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами/ РИА-КМВ,. 2007. с. 276.

### **Дополнительная литература**

1. Теория автоматического управления: Учеб. для машиностроит. спец. ВУЗов/ В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.; Под. Ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2003. – 268 с.: ил.
2. Теория систем автоматического управления. – 4-е изд. перераб. И доп./Бесекерский В.А., Попов Е.П.. – Спб: изд-во «Профессия», 2003. – 752 с.

3. Автоматическое управление линейными системами/ Ключев А.С., Кочетов Е.А., Кочетков А.Е. Под ред. А.С. Ключева. – 2-е изд. – М.: Фирма «Испос-Сервис», 2003. – 196 с.: ил.
4. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для ВУЗов/ А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.: ил.
5. Теория автоматического управления: Учебник для ВУЗов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2003. – 302 с.: ил.

#### **Электронные издания и ресурсы**

1. <http://www.microsoft.com/rus/windows2000/>
2. <http://www.microsoft.com/rus/windowsme/>
3. [http://www.microsoft.com/windows/ie\\_intl/ru/](http://www.microsoft.com/windows/ie_intl/ru/)
4. <http://www.microsoft.com/windows98/>
5. <http://www.microsoft.com/windows95/>
6. <http://www.microsoft.com/rus/office2000/>
7. <http://www.izcity.com/>
8. <http://astalavista.box.sk/>

#### **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office 2010
2. Текстовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Opera и др.

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Учебно-информационный центр АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

5. Информационные системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины используется балльно-рейтинговая технология, которая позволяет реализовать непрерывную и комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Непрерывность означает, что текущие оценки не усредняются, а непрерывно складываются на всем протяжении при изучении дисциплины в семестре. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Балльно-рейтинговая технология, включает в себя два вида контроля: текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине.

Лекционные занятия проводятся в форме контактной работы со студентами или с применением дистанционных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся в форме контактной работы со студентами или с применением дистанционных образовательных технологий, в компьютерном классе либо в аудитории с мультимедийным оборудованием.

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно используя знания и практические навыки, полученные на лекциях, практических занятиях, в ходе выполнения лабораторных работ.

Консультирование студентов в процессе изучения дисциплины организуется кафедрой и осуществляется преподавателем в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий. Консультирование может осуществляться как в режиме on-line, так и заочно в форме ответов на вопросы студентов, направляемых преподавателю посредством размещения их в разделе «Консультации» в структуре изучаемой дисциплины в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета.

Роль консультаций должна сводиться, в основном, к помощи в изучении дисциплины (модуля), выполнении лабораторных работ, контрольных работ и курсовых работ (проектов).

**Текущий контроль (ТК)** - основная часть балльно-рейтинговая технологии, основанная на поэтапном контроле усвоения студентом учебного материала, выполнении индивидуальных заданий.

Форма контроля: тестовые оценки в ходе изучения дисциплины, оценки за выполнение индивидуальных заданий, лабораторных работ, контрольных работ курсовых работ (проектов).

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

ТК осуществляется программными средствами ЭИОС в период самостоятельной работы студента по его готовности.

Оценивание учебной работы студента осуществляется в соответствии с критериями оценивания, определяемые балльно-рейтинговой системой (БРС) рабочей программы учебной дисциплины

По результатам ТК, при достаточной личной организованности и усердии, студенты имеют возможность получить оценку при промежуточной аттестации по итогам текущей успеваемости,

**Промежуточная аттестация (ПА)** - это проверка оценочными средствами уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр.

Формы контроля: зачет или экзамен в виде многовариантного теста (до 35 заданий). Тесты формируются соответствующими программными средствами случайным образом из банка тестовых заданий по учебной дисциплине.

ПА осуществляется с применением дистанционных образовательных технологий.

Цель ПА: проверка базовых знаний дисциплины и практических навыков, полученных при изучении модуля (дисциплины) и уровня сформированности компетенций.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

### **1. Internet – технологии:**

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.



## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1. Библиотека.
2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
3. Электронная информационно-образовательная среда университета.
4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

**7 семестр**

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 1	0 – 17
Контрольный тест к разделу 2	0 – 18
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ</b>	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в ОЛИМПИАДЕ (в зависимости от занятого места)	0 - 50
- за участие в НИРС (в зависимости от работы)	0 - 50
- за оформление заявок на полезные модели (рац. предложения)	0 - 50

### Балльная шкала оценки

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### Оценка по контрольной работе

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
отлично	27 - 30
хорошо	23 - 26
удовлетворительно	18 - 22
неудовлетворительно	менее 18

8 семестр

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 3	0 – 15
Контрольный тест к разделу 4	0 – 15
Курсовая работа	0 - 35
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ</b>	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в ОЛИМПИАДЕ (в зависимости от занятого места)	0 - 50
- за участие в НИРС (в зависимости от работы)	0 - 50
- за оформление заявок на полезные модели (рац. предложения)	0 - 50

#### **Балльная шкала оценки**

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

#### **Оценка по курсовой работе**

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
отлично	31 - 35
хорошо	25 - 30
удовлетворительно	18 - 24
неудовлетворительно	менее 18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Общепрофессиональных (ОПК):*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ОПК-2</b>	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

#### *Профессиональных (ПК):*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ПК-2</b>	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления
<b>ПК-6</b>	способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Информация и информатика	ОПК-2, ПК-2, ПК-6	Контрольный тест 1 Практическое занятие 1
<b>2</b>	Модуль 2. Вычислительная техника	ОПК-2, ПК-2, ПК-6	Контрольный тест 2 Практическое занятие 2
<b>3</b>	Модуль 3. Программное обеспечение компьютеров.	ОПК-2, ПК-2, ПК-6	Контрольный тест 3 Практическое занятие 3
<b>4</b>	Модуль 4. Сетевые технологии обработки информации.	ОПК-2, ПК-2, ПК-6	Контрольный тест 4 Практическое занятие 4
<b>5</b>	Модули 1 - 4	ОПК-2, ПК-2, ПК-6	Итоговый контрольный тест Контрольная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> (ОПК-2, ПК-2, ПК-6): теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП, основные принципы и схемы автоматического управления СРП, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования систем с распределенными параметрами.	Не знает	Знает общие теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП	Знает некоторые теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП, основные принципы и схемы автоматического управления СРП	Знает теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП, основные принципы и схемы автоматического управления СРП, основные типы систем автоматического управления, но допускает ошибки в математическом описании.	Знает теоретические основы автоматического регулирования и управления для СРП, основные принципы и схемы автоматического управления СРП, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования систем с распределенными параметрами.
Второй этап	<b>Уметь</b> (ОПК-2, ПК-2, ПК-6): применять математические методы для анализа общих свойств линейных распределенных систем, применять методы расчета и исследования систем автоматического управления объектами с распределенными параметрами на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований.	Не умеет	Ошибается в применении математических методов для анализа общих свойств линейных распределенных систем	Правильно применяет математические методы для анализа общих свойств линейных распределенных систем, но ошибается в применении методов расчета и исследования систем автоматического управления объектами с распределенными параметрами	Правильно применяет математические методы для анализа общих свойств линейных распределенных систем, применять методы расчета и исследования систем автоматического управления объектами с распределенными параметрами на базе современной вычислительной техники и средств	Умеет применять математические методы для анализа общих свойств линейных распределенных систем, применять методы расчета и исследования систем автоматического управления объектами с распределенными параметрами на базе современной вычислительной техники и средств автоматизации исследований.

					автоматизации исследований, но допускает некоторые ошибки в решении задач.	
Третий этап	<b>Владеть</b> ОПК-2, ПК-2, ПК-6): приемами разработки математических моделей систем с распределенными параметрами, методами преобразования структурных схем распределенных систем управления.	Не владеет	Владеет некоторыми приемами разработки математических моделей	Владеет основными приемами разработки математических моделей систем с распределенными параметрами	Владеет приемами разработки математических моделей систем с распределенными параметрами, некоторыми методами преобразования структурных схем распределенных систем управления.	Владеет приемами разработки математических моделей систем с распределенными параметрами, методами преобразования структурных схем распределенных систем управления.

#### 4. Шкалы оценивания (балльно-рейтинговая система)

##### 7 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 1	0 – 17
Контрольный тест к разделу 2	0 – 18
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

##### Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

##### 8 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 3	0 – 15
Контрольный тест к разделу 4	0 – 15
Курсовая работа	0 - 35
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

### Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

## 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

#### Вариант 1

Дан полуограниченный стальной стержень при температуре  $T_0$  с теплоизолированной боковой поверхностью. Граница стержня  $x=\infty$  теплоизолирована, температура на границе  $x=0$  меняется по закону  $T_1(t) = T^* - (T^* - T_0)e^{-\beta t}$ . Найти температуру стержня, построить график зависимости температуры стержня от времени в нескольких точках по объему тела.

Исходные данные

$$T^0 = 20^\circ \text{C}; T^* = 140^\circ \text{C}; \beta = 3e^{-4} \frac{1}{\text{с}}.$$

#### Вариант 2

Дан полуограниченный стальной стержень при температуре  $T_0$  с теплоизолированной боковой поверхностью. Граница стержня  $x=\infty$  теплоизолирована, температура на границе  $x=0$  меняется по закону  $T_1(t) = T_0 + b \cdot t$ . Найти температуру стержня, построить график зависимости температуры стержня от времени в нескольких точках по объему тела.

Исходные данные

$$T^0 = 20^\circ \text{C}; b = 4 \frac{1}{\text{с}}.$$

### 5.2. Типовой тест промежуточной аттестации

1. К общим принципам и требованиям, которым должна удовлетворять модель относятся:

1. Адекватность, Принцип минимизации размерности описания, Принцип верификации, Блочное строение.
2. Принцип минимизации размерности описания, Принцип верификации,
3. Блочное строение, Адекватность, Надежность
4. Качество, Адекватность, Принцип минимизации размерности описания

2. Модели, дающие максимально подробное описание системы, называются

1. Имитационными
2. Динамическими
3. Аналитическая
4. Графическая

3. Упорядоченно-неоднородные схемы это -

- 1.схемы при существенной амплитуде значений и закономерном распределении в пространстве
2. схемы со значительным хаотичным разбросом параметров
- 3.схемы с распределёнными параметрами
- 4.нет верного ответа

4. Методами математического моделирования являются ...

1. Аналитический
2. Числовой
3. Аксиоматический и конструктивный
4. Имитационный

5. Что выражают данные соотношения?

$$\frac{dS_j(X_L, y, z, t)}{dx} = 0,$$

$$S_j(0, y, z, t) = 0,$$

$$\frac{dS_j(x, 0, z, t)}{dy} = \frac{dS_j(x, Y_L, z, t)}{dy} = 0$$

1. Граничные условия на контурах месторождения
2. Граничные условия I рода
3. Граничные условия II рода
4. Граничные условия III рода

6. Понятие сложного теплообмена включает

1. теплообмен излучением
2. теплообмен конвекцией
3. передачу тепла теплопроводностью
4. все перечисленные ниже процессы

7. Найдите правильное определение передаточной функции  $W(p)$ .

1.  $W(p)$  - это отношение входной величины к выходной
2.  $W(p)$  - это отношение выходной величины к входной при нулевых начальных условиях
3.  $W(p)$  - это отношение выходной величины к входной, преобразованных по Лапласу при нулевых начальных условиях
4.  $W(p)$  - это отношение входной величины к выходной, преобразованных по Лапласу при нулевых начальных условиях

8. Как формулируется условие устойчивости системы по Ляпунову А.М.?

1. Если все корни характеристического уравнения линеаризованной системы располагаются в верхней полуплоскости корней, то система устойчива в малом
2. Если все корни характеристического уравнения линеаризованной системы располагаются в левой полуплоскости корней, то система устойчива в малом
3. Если все корни характеристического уравнения линеаризованной системы располагаются в нижней полуплоскости корней, то система устойчива в малом
4. Если все корни характеристического уравнения линеаризованной системы располагаются в левой и правой полуплоскостях корней, то система устойчива в малом

9. Определите правильную формулировку частотного критерия устойчивости Найквиста

1. Для того чтобы замкнутая система была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы вектор характеристического полинома  $n$ -ной степени  $D(p)|_{p=j\omega}$  при изменении частоты  $\omega$  от  $-\infty$  до  $\infty$  повернулся на комплексной плоскости на угол  $+\pi/2$
2. Для того чтобы замкнутая АСУ была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы вектор  $W(j\omega)$  разомкнутой системы не охватывал точки  $(-1; j0)$
3. Для того чтобы замкнутая система была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы вектор характеристического полинома  $n$ -ной степени  $D(p)|_{p=j\omega}$  при изменении частоты  $\omega$  от  $0$  до  $\infty$  повернулся на комплексной плоскости на угол  $+\pi/2$
4. Для того чтобы замкнутая система была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы вектор характеристического полинома  $n$ -ной степени  $D(p)|_{p=j\omega}$  при изменении частоты  $\omega$  от  $0$  до  $\infty$  повернулся на комплексной плоскости на угол  $+\pi$

10. Уравнение математической модели теплопроводности объекта в пространстве имеет вид

1.  $\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 T_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial \sigma^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2} \right)$
2.  $\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial T_i}{\partial x^2} + \frac{\partial T_i}{\partial \sigma^2} + \frac{\partial T_i}{\partial z^2} \right)$
3.  $\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 T_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial \sigma^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2} \right)$
4.  $\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 T_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial \sigma^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2}$

## 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- 6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.
- 6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.
- 6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.
- 6.4. Производится идентификация личности студента.
- 6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.
- 6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.