



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**Политехнический институт**  
(Школа)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
15.04.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств

(подпись)

«24» декабря 2021 г.

К.В. Змеу

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента компьютерно-  
интегрированных производственных систем

(подпись)

«24» декабря 2021 г.

К.В. Змеу

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Современная теория управления

**Направление подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**  
магистерская программа «Автоматизация технологических процессов и производств2

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1,2

лекции 36 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 72 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 126 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 234 час.

в том числе на подготовку к экзамену 72 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект 1, 2 семестр

экзамен 1, 2 семестр

зачет не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 25 ноября 2020г. № 1452

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента компьютерно-интегрированных производственных систем, протокол № 4 от «24» декабря 2021 г.

Директор департамента Змеу К.В.

Составитель: Торгашов А.Ю., Самотылова С.А.

Владивосток  
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_\_

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: подготовка высококвалифицированных специалистов, которые должны обладать знаниями в области создания, испытания и диагностики изделий и технологий, а также средств технологического оснащения современных автоматизированных производств, созданных с использованием передовых информационных технологий мирового уровня.

Задачи:

изучение применения метода пространства состояний для анализа односвязных и многосвязных систем при стационарных случайных воздействиях.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

| Тип задач                       | Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|---------------------------------|---|--|
| производственно-технологический | ПК-4 - Способен разрабатывать концепцию автоматизированной системы управления, проектные решения отдельных частей, объектов, узлов и блоков автоматизированной/автоматической системы и соответствующую техническую документацию на разных стадиях проектирования | ПК -4.1 Разработка вариантов структурных/функциональных схем автоматизированной системы управления, выбор и обоснование оптимальных решений                            |
|                                 |   | ПК -4.2 Разработка технического задания на проектирование автоматизированной системы управления, частных технических заданий на отдельные части, объекты, узлы и блоки |
|                                 |   | ПК -4.3 Расчет и выбор оборудования для построения автоматизированной системы управления и ее частей   |
|                                 |   | ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами   |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)   |
|--|--|
| ПК -4.1 Разработка вариантов структурных/функциональных схем автоматизированной системы управления, выбор и обоснование оптимальных решений                            | Знает особенности автоматизированных средств и систем технологической подготовки   |
|  | Умеет осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов  |
|  | Владеет навыками работы со средствами и системами автоматизации и управления различного назначения   |
| ПК -4.2 Разработка технического задания на проектирование автоматизированной системы управления, частных технических заданий на отдельные части, объекты, узлы и блоки | Знает современное оборудование, средства и подходы к автоматизации технологических процессов и производств в нефтеперерабатывающей промышленности, газо- и нефтехимии  |
|  | Умеет разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения  |
|  | Владеет навыками формирования и верификации аналитических и статистических моделей статики и динамики основного технологического оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытания |
| ПК -4.3 Расчет и выбор оборудования для построения автоматизированной системы управления и ее частей   | Знает основные положения: метода переменных состояний; методику составления уравнений стационарных линейных и дискретных систем; методику анализа и синтеза.   |
|  | Умеет применять метод пространства состояний для анализа и синтеза систем  |
|  | Владеет навыками описания линейных и дискретных систем в пространстве состояний  |
| ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами   | Знает основные понятия теории случайных сигналов, методы анализа линейных систем при случайных воздействиях  |
|  | Умеет вычислять спектральную плотность и дисперсию установившегося выхода односвязной системы  |
|  | Владеет навыками и методикой вычисления основных показателей   |

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зачётных единиц 360 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

|             |   |
|-------------|---|
| Обозначение | Виды учебных занятий и работы обучающегося  |
| Лек         | Лекции  |
| Лаб         | Лабораторные работы   |
| ПЗ          | Практические занятия  |
| СР          | Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения  |
| КР          | Курсовая работа   |
| Контроль    | Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации |

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

| № | Наименование раздела дисциплины   | Семестр | Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося |     |    |    |     |          | Формы промежуточной аттестации |
|---|---|---------|---|-----|----|----|-----|----------|--------------------------------|
|   |   |         | Лек   | Лаб | Пр | КР | СР  | Контроль |                                |
| 1 | Раздел I. Математическое описание объектов управления                     | 2       | 18  | 20  | 4  | -  | 288 | 72       | УО-1, ПР-6, ПР-12              |
| 2 | Раздел 2. Анализ основных свойств систем автоматического управления       | 3       | 8   | 20  | 4  | -  | 78  |          | УО-1, ПР-6, ПР-12              |
| 3 | Раздел 3. Основы теории оптимального управления                           | 3       | 4   | 18  | 4  | -  | 76  |          | УО-1, ПР-6, ПР-12              |
| 4 | Раздел 4. Современные системы управления на основе прогнозирующих моделей | 3       | 4   | 14  | 2  | -  | 76  |          | УО-1, ПР-6, ПР-12              |
| 5 | Раздел 5. Системы управления с неопределенностью                          | 3       | 2   | 14  | 2  | -  | 76  |          | УО-1, ПР-13                    |
|   | Итого:  |         | 36  | 72  | 18 | -  | 594 | 72       |                                |

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Лекционные занятия (36 час.)

#### Раздел 1. Математическое описание объектов управления (18 часов)

#### Тема 1. Основные понятия и определения (4 часа)

Определение теории автоматического управления (ТАУ). Задачи теории автоматического управления. ТАУ как раздел автоматики и информатики. Основные понятия теории управления: управление, виды управления (неавтоматическое, автоматизированное, автоматическое), регулирование,

объект управления, регулируемые величины, управляющие и возмущающие воздействия, исполнительное устройство, управляющее устройство, сигнал, датчик, обратная связь, система автоматического управления. Обобщенная функциональная схема системы автоматического управления.

## **Тема 2. Принципы управления в автоматических системах (4 часа)**

Информация и принципы управления. Понятие о разомкнутых системах. Принцип компенсации (управление по возмущению). Принцип обратной связи (управление по отклонению), понятие замкнутой системы. Комбинированные системы. Сравнение достоинств и недостатков различных принципов управления. Примеры систем управления техническими, экономическими и организационными объектами. Примеры поведения объектов и систем управления.

## **Тема 3. Математическое описание объектов управления с помощью нелинейных дифференциальных уравнений (5 часа)**

Математическое описание объектов управления в виде нелинейных дифференциальных уравнений (НДУ) на примере массообменного технологического процесса. Линеаризация системы НДУ при описании объектов с несколькими входами и выходами.

## **Тема 4. Описание систем в пространстве состояний (5 часа)**

Модель объекта управления в пространстве состояний. Векторы состояния, управления, возмущений и наблюдаемых величин. Уравнение состояния и уравнение наблюдения, их матричная и скалярная форма записи. Структурная схема модели системы в пространстве состояний. Преобразования форм представления моделей СУ. Переход от модели в пространстве состояний к передаточной матрице. Переход от модели в пространстве состояний к моделям с конечной импульсной характеристикой.

## **Раздел 2. Анализ основных свойств систем автоматического управления (8 часов)**

### **Тема 5. Оценка чувствительности систем. Инвариантность систем (2 часа)**

Понятие о чувствительности автоматической системы. Функции чувствительности. Понятие о робастных системах. Понятие об инвариантности СУ. Условие инвариантности. Физическая реализуемость инвариантных систем.

### **Тема 6. Анализ стохастических систем при стационарных случайных воздействиях (2 часа)**

Понятие о стационарных и нестационарных случайных процессах в СУ. Типовые законы распределения случайных величин. Корреляция и свертка. Характеристики случайных сигналов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция, спектральная плотность. Прохождение случайных сигналов через линейные звенья. Линейные стохастические модели СУ. Определение вероятностных характеристик ошибки системы при стационарных случайных воздействиях.

### **Тема 7. Основы анализа систем в пространстве состояний (4 часа)**

Фундаментальная матрица. Матричное характеристическое уравнение и условие устойчивости. Понятие управляемости системы. Математическое условие управляемости. Понятие наблюдаемости системы. Математическое условие наблюдаемости.

### **Раздел 3. Основы теории оптимального управления (4 часа)**

Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование. СУ оптимальные по быстродействию, оптимальные по расходу ресурсов и расходу энергии. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

### **Раздел 4. Современные системы управления на основе прогнозирующих моделей (4 часа)**

Описание прогнозирующих моделей на основе конечной импульсной характеристики. Алгоритм управления на основе прогнозирующей модели (DMC) без ограничений на управляющие воздействия. Выбор горизонтов управления и прогнозирования выхода. Регулятор на основе прогнозирующей

модели с ограничениями. Оптимизатор стационарных состояний объекта управления с ДМС-регулятором.

### **Раздел 5. Системы управления с неопределенностью (2 часа)**

Робастные системы управления. Робастная устойчивость систем управления. Описание неопределенностей. Робастное управление на основе прогнозирующих моделей.

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Практические занятия (18 часов)**

Занятие 1. Математическое описание объектов управления(2час.)

Занятие 2. Модель объекта управления в пространстве состояний (2час.)

Занятие 3. Стационарные и нестационарные случайные процессы в СУ (2час.)

Занятие 4. Устойчивость систем управления. Чувствительность и показатели качества систем управления (2 час.)

Занятие 5. Управляемость и наблюдаемость системы (2час.)

Занятие 6. Оптимальное управление (2час.)

Занятие 7. Прогнозирующие модели на основе конечной импульсной характеристики (2час.)

Занятие 8. Робастные системы управления(2час.)

Занятие 9. Зачетное занятие осеннего семестра (2час.)

### **Лабораторные работы (72 часа)**

Лабораторная работа №1. Математическое описание простого объекта управления. Уравнения статического режима, статические характеристики. Линеаризация уравнений статического режима (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №2. Математическое описание простого объекта управления. Неравновесные режимы, дифференциальное уравнение бака. Разностное уравнение и его решение. Линеаризация уравнений динамики.



Динамические характеристики (*контрольно-расчетная работа*) (8час.)

Лабораторная работа №3. Изучение типовых звеньев систем управления (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №4. Исследование основных свойств систем управления (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №5. Методы расчета устойчивости АСР и исследование функции на экстремум (*контрольно-расчетная работа*) (6 час.)

Лабораторная работа №6. Пропорциональный и интегральный алгоритмы регулирования. Анализ динамики АСР с П-регулятором, объект А-звено. Анализ динамики АСР с И-регулятором, объект А-звено (*контрольно-расчетная работа*) (4 час.)

Лабораторная работа №7. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИ-регулятором, объект с запаздыванием (*контрольно-расчетная работа*) (4 час.)

Лабораторная работа №8. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИД - регулятором, объект с запаздыванием (*контрольно-расчетная работа*) (6 час.)

Лабораторная работа №9. Исследование методов линеаризации (*контрольно-расчетная работа*) (2час.)

Лабораторная работа №10. Методы расчета управляемости и наблюдаемости автоматических систем (*контрольно-расчетная работа*) (4 час.)

Лабораторная работа №11. Задание спецификаций расчета (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №12. Моделирование процесса ректификации (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №13. Подбор оптимального значения КПД тарелок (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №14. Исследование зависимости энергетической нагрузки от отбора выходного продукта (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №15. Оценка целесообразности изменения основных

параметров в системе (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №16. Исследование процесса разделения многокомпонентной смеси (*контрольно-расчетная работа*) (10час.)

Лабораторная работа №17. Математические модели объектов и систем управления. Передаточные функции (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №18. Устойчивость систем управления. Критерии устойчивости. Качество систем управления (*контрольно-расчетная работа*) (8 час.)

Лабораторная работа №19. Способы построения переходных процессов в непрерывных системах управления (*контрольно-расчетная работа*) (4 час.)

Лабораторная работа №20. Управляемость и наблюдаемость. Инвариантность систем управления. Комбинированное управление (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №21. Чувствительность систем управления. Структурный и параметрический синтез систем управления (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №22. Линейные регуляторы и переход к МРС. Линейная идентификация. Линейные наблюдатели (*контрольно-расчетная работа*) (8час.)

Лабораторная работа №23. Численные методы оптимизации (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №24. МРС в пространстве состояний (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №25. Решение проблемы МРС в случае отсутствия ограничений. Решение при наличии ограничений (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

Лабораторная работа №26. Исследование и обеспечение устойчивости в МРС (*контрольно-расчетная работа*) (4час.)

Лабораторная работа №27. Особенности коммерческих версий МРС (*контрольно-расчетная работа*) (6час.)

## 5. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы   | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля                                   |
|-------|-----------------------|--|---------------------------------------|--|
| 1     | 1-2 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 1 <i>Общие принципы построения систем автоматического управления и регулирования</i> | 36 часов                              | УО-1 (собеседование/устный опрос)                |
| 2     | 3-4 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 2 <i>Составление уравнений, описывающих поведение САУ</i>                            | 36 часов                              | ПР-12 (контрольно-расчетная работа)              |
| 3     | 5-6 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 3 <i>Основные законы регулирования</i>   | 36 часов                              | Самостоятельная работа                           |
| 4     | 7-8 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 4 <i>Интегральное преобразование Лапласа и Фурье</i>                                 | 36 часов                              | ПР-1 (расчетное задание; самостоятельная работа) |
| 5     | 9-10 неделя семестра  | Выполнение самостоятельной работы № 5 <i>Устойчивость САУ</i>  | 36 часов                              | УО-1 (собеседование/устный опрос)                |
| 6     | 11-12 неделя семестра | Выполнение самостоятельной работы № 6 <i>Частотные характеристики САУ</i>  | 36 часов                              | Самостоятельная работа                           |
| 7     | 13-14 неделя семестра | Выполнение самостоятельной работы № 7 <i>Синтез корректирующих элементов в простейших САУ</i>                            | 36 часов                              | ПР-12 (контрольно-расчетная работа)              |
| 8     | 15-16 неделя          | Выполнение   | 36 часов                              | ПР-12 (контрольно-                               |

|        |                       |  |          |                                     |
|--------|-----------------------|--|----------|-------------------------------------|
|        | семестра              | самостоятельной работы № 8 <i>Основы анализа линейных импульсных систем управления</i>                                       |          | расчетная работа)                   |
| 9      | 17-18 неделя семестра | Подготовка к экзамену  | 36 часов | экзамен                             |
| 10     | 1-2 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 1 <i>Основы метода пространства состояний</i>  | 10 часов | ПР-12 (контрольно-расчетная работа) |
| 11     | 3-4 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 2 <i>Математические модели нелинейных САУ</i>  | 14 часов | ПР-12 (контрольно-расчетная работа) |
| 12     | 5-6 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 3 <i>Анализ устойчивости нелинейных САУ</i>  | 24 часа  | УО-1 (собеседование/устный опрос)   |
| 13     | 7-8 неделя семестра   | Выполнение самостоятельной работы № 4 <i>Характеристики и основные методы анализа нелинейных систем управления</i>           | 16 часов | Самостоятельная работа              |
| 14     | 9-10 неделя семестра  | Выполнение самостоятельной работы № 5 <i>Основы управления нелинейными системами</i>   | 24 часа  | ПР-12 (контрольно-расчетная работа) |
| 15     | 11-12 неделя семестра | Выполнение самостоятельной работы № 6 <i>Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления</i> | 24 часа  | ПР-12 (контрольно-расчетная работа) |
| 16     | 13-15 неделя семестра | Подготовка курсового проекта   | 53 часа  | курсовая работа                     |
| 17     | 16-18 неделя семестра | Подготовка к экзамену  | 81 час   | экзамен                             |
| Итого: |                       |  | 72 часа  |                                     |

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

### *Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях,

энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Самостоятельная работа студентов направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает в себя работу с рекомендованной литературой, работу с лекционным материалом, изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, выполнение и защита курсового проекта. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Критерии оценки. Критериями оценки результатов самостоятельной работы обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- устный опрос при сдаче выполненных индивидуальных заданий;
- выполнение и защита курсовой работы.

## 6. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины                     | Код индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения   | Оценочные средства – наименование                                       |                             |
|-------|---|--|---|---|-----------------------------|
|       |   |  |   | текущий контроль  | промежуточная аттестация    |
| 1     | Раздел 1. Математическое описание объектов управления               | ПК -4.1 Разработка вариантов структурных/функциональных схем автоматизированной системы управления, выбор и обоснование оптимальных решений                            | Знает особенности автоматизированных средств и систем технологической подготовки  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                 | вопросы к экзамену<br>1-12  |
|       |   |  | Умеет осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                             |
|       |   |  | Владеет навыками работы со средствами и системами автоматизации и управления различного назначения  | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12<br>контрольно-расчетная работа    |                             |
| 2     | Раздел 2. Анализ основных свойств систем автоматического управления | ПК -4.2 Разработка технического задания на проектирование автоматизированной системы управления, частных технических заданий на отдельные части, объекты, узлы и блоки | Знает современное оборудование, средства и подходы к автоматизации технологических процессов и производств в нефтеперерабатывающей промышленности, газо- и нефтехимии | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                 | вопросы к экзамену<br>13-24 |
|       |   |  | Умеет разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                             |
|       |   |  | Владеет навыками формирования и верификации аналитических и статистических моделей  | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12                                   |                             |

|   |   |  |   |   |                             |
|---|---|--|---|---|-----------------------------|
|   |   |  | статике и динамики основного технологического оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытания                               | контрольно-расчетная работа   |                             |
| 3 | Раздел 3. Основы теории оптимального управления                           | ПК -4.3 Расчет и выбор оборудования для построения автоматизированной системы управления и ее частей | Знает основные положения: метода переменных состояний; методику составления уравнений стационарных линейных и дискретных систем методику анализа и синтеза. | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                     | вопросы к экзамену<br>25-30 |
|   |   |  | Умеет применять метод пространства состояний для анализа и синтеза систем   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная<br>работа  |                             |
|   |   |  | Владеет навыками описания линейных и дискретных систем в пространстве состояний   | ПР-6<br>лабораторная<br>работа;<br>ПР-12<br>контрольно-<br>расчетная работа |                             |
| 4 | Раздел 4. Современные системы управления на основе прогнозирующих моделей | ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами       | Знает основные понятия теории случайных сигналов, методы анализа линейных систем при случайных воздействиях   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                     | вопросы к экзамену<br>31-35 |
|   |   |  | Умеет вычислять спектральную плотность и дисперсию установившегося выхода односвязной системы   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная<br>работа  |                             |
|   |   |  | Владеет навыками и методикой вычисления основных показателей  | ПР-6<br>лабораторная<br>работа;<br>ПР-12<br>контрольно-<br>расчетная работа |                             |
| 5 | Раздел 5. Системы управления с неопределенностью                          | ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами       | Знает основные понятия теории случайных сигналов, методы анализа линейных систем при случайных воздействиях   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                     | вопросы к экзамену<br>36-40 |
|   |   |  | Умеет вычислять спектральную плотность и дисперсию установившегося выхода односвязной системы   | ПР-13<br>творческое<br>задание  |                             |
|   |   |  | Владеет навыками и методикой вычисления основных показателей  | ПР-13<br>творческое<br>задание  |                             |

## 7. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература



1. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.П. Зайцев, А.Д. Митаенко, К.В. Образцов; Томский политехнический университет; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Ч. 2. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Системные требования: AdobeReader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m307.pdf>

2. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.П. Зайцев, А.Д. Митаенко, К.В. Образцов; Томский политехнический университет; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Ч. 1. — 1 компьютерный файл (pdf; 4.2 МВ). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Системные требования: AdobeReader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m306.pdf>

3. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — 2-е изд., испр. — СПб.: Лань, 2011. — 464 с.: ил. — Учебники для вузов. Специальная литература. — Библиогр.: с. 459. — Тематический указатель: с. 460-463. — ISBN 978-5-8114-1255-6. <https://e.lanbook.com/book/90161>

#### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. — СПб.: Изд-во «Лань», 2010. — 615с. — 5 экз.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298684&theme=FEFU>

2. Теория автоматического управления: учебник для вузов / С.Е. Душин [и др.]; под ред. В. Б. Яковлева. — 3-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 567 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Библиогр.: с. 563-567.—ISBN 978-5-06-006126-0.-1

экз. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384481&theme=FEFU>

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека
2. <http://www.dvfu.ru/web/library>– научная библиотека  
Дальневосточного федерального университета
3. <http://www.rusicon.ru/win/rasu.html>– Российский архив по системам и  
управлению Rusicon
4. <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Home>– Control  
Tutorials

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Геоинформационные сервисы <https://habr.com/ru/hub/geo/>
2. ГИС браузер (ArcGIS Online, ArcGIS Explorer, ArcGIS for AutoCAD, ArcGIS для смартфонов и планшетов) <http://introgis.ru/services/sale/freeware/>
3. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel, Photoshop)
4. Пакеты программ ГИС (MapServer, Postgres, PostgreSQL, GRASS GIS, и др.) [http://mapexpert.com.ua/index\\_ru.php?id=75&table=news](http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=75&table=news)
5. Программные продукты для Windows. Профессиональная ГИС «Панорама» <https://gisinfo.ru/download/download.htm>

## **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение**

**дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н г., Русский Остров, ул. Аякс, п, д. 10.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа   |
|---|---|--|
| E292  | <p>Компьютерный класс с мультимедийным оборудованием, E423</p> <p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: компьютер [HDD 2 TB; SSD 128 GB; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC 28” LI2868POU.30AGCT01WW P300. LENOVO] (16 шт); Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.)</p> | <p>Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18; AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk; SprutCAM - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ОКП - Системы управления процессами организации, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ТП - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; КОМПАС-3D - Прикладное программное обеспечение общего назначения, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач, Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением- договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <p>v17. Key 566798581 (Vendor 46707).<br/> Количество лицензий 250 штук.;<br/> Siemens PLM: NX10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Teamcenter 10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Tecnomatix (12 учебных версий) Контракт №ЭА-011-14 от 3 апреля 2014;<br/> SolidWorks Education Edition Campus (500 академических лицензий) Договор №15-04-101 от 23.12.2015;<br/> Materialise Mimics Innovation Suite 15 (1 коммерческая лицензия), Materialise Magics 17 (1 коммерческая лицензия) Договор 13.G37.31.0010;<br/> DELLCAM PowerINSPECT (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerSHAPE (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerMILL (1 коммерческая лицензия), DELLCAM FeatureCAM (1 коммерческая лицензия) Контракт №ЭА-246-13 от 06.02.2014;<br/> Honeywell: UniSim Design, Profit Design Studio R 430 Договор SWS14 между ДВФУ и ЗАО "Хоневелл", протокол передачи ПО от 25.11.2014;<br/> ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p>   |
| Помещения для самостоятельной работы:                       |  |  |
| <p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p> | <p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду. Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видеоувеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих</p> | <p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2);<br/> Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ptt.; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | пользователей SARA;<br>Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Toraz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой. | рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center. |
|--|---|---|

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины       | Код индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения   | Оценочные средства – наименование                                    |                          |
|-------|---|---|---|--|--------------------------|
|       |   |   |   | текущий контроль   | промежуточная аттестация |
| 1     | Раздел 1. Математическое описание объектов управления | ПК -4.1 Разработка вариантов структурных/функциональных схем автоматизированной системы управления, выбор и обоснование оптимальных решений | Знает особенности автоматизированных средств и систем технологической подготовки  | УО-1<br>собеседование / устный опрос                                 | вопросы к экзамену 1-12  |
|       |   |   | Умеет осуществлять модернизацию и автоматизацию действующих проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов | УО-1<br>собеседование / устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                          |
|       |   |   | Владеет навыками работы со средствами и системами автоматизации и управления различного назначения  | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12<br>контрольно-расчетная работа |                          |
| 2     | Раздел 2. Анализ основных свойств систем              | ПК -4.2 Разработка технического задания на проектирование   | Знает современное оборудование, средства и подходы к автоматизации технологических процессов и  | УО-1<br>собеседование / устный опрос                                 | вопросы к экзамену 13-24 |

|   |   |  |  |   |                          |
|---|---|--|--|---|--------------------------|
|   | автоматическое управление   | автоматизированной системы управления, частных технических заданий на отдельные части, объекты, узлы и блоки | производство в нефтеперерабатывающей промышленности, газо- и нефтехимии  |   |                          |
|   |   |  | Умеет разрабатывать и практически реализовывать средства и системы автоматизации и управления различного назначения  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                          |
|   |   |  | Владеет навыками формирования и верификации аналитических и статистических моделей статики и динамики основного технологического оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытания | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12<br>контрольно-расчетная работа    |                          |
| 3 | Раздел 3. Основы теории оптимального управления                           | ПК -4.3 Расчет и выбор оборудования для построения автоматизированной системы управления и ее частей         | Знает основные положения: метода переменных состояний; методику составления уравнений стационарных линейных и дискретных систем; методику анализа и синтеза.   | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                 | вопросы к экзамену 25-30 |
|   |   |  | Умеет применять метод пространства состояний для анализа и синтеза систем  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                          |
|   |   |  | Владеет навыками описания линейных и дискретных систем в пространстве состояний  | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12<br>контрольно-расчетная работа    |                          |
| 4 | Раздел 4. Современные системы управления на основе прогнозирующих моделей | ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами               | Знает основные понятия теории случайных сигналов, методы анализа линейных систем при случайных воздействиях  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                 | вопросы к экзамену 31-35 |
|   |   |  | Умеет вычислять спектральную плотность и дисперсию установившегося выхода односвязной системы  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос;<br>ПР-6<br>лабораторная работа |                          |
|   |   |  | Владеет навыками и методикой вычисления основных показателей   | ПР-6<br>лабораторная работа;<br>ПР-12<br>контрольно-расчетная работа    |                          |
| 5 | Раздел 5. Системы управления с неопределенностью                          | ПК -4.4 Проектирование автоматических систем управления локальными производственными объектами               | Знает основные понятия теории случайных сигналов, методы анализа линейных систем при случайных воздействиях  | УО-1<br>собеседование /<br>устный опрос                                 | вопросы к экзамену 36-40 |
|   |   |  | Умеет вычислять спектральную плотность и дисперсию установившегося выхода односвязной системы  | ПР-13<br>творческое задание   |                          |
|   |   |  | Владеет навыками и методикой   | ПР-13   |                          |

|  |  |  |                                 |                    |  |
|--|--|--|---------------------------------|--------------------|--|
|  |  |  | вычисления основных показателей | творческое задание |  |
|--|--|--|---------------------------------|--------------------|--|

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)

2. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

3. Творческое задание (ПР-13)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Творческое задание (ПР-13) – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**



## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современная теория управления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен. Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит общий характер. Он направлен на раскрытие студентом знаний по «сквозным» вопросам и проблемам Современной теории управления. Второй вопрос касается теоретических знаний об основных технологиях, используемых для построения систем усовершенствованного управления, методах предсказательного (предиктивного) управления (МРС-регуляторах), системах нечеткого управления, нейроуправлении; о существующих программно-технических комплексах для создания систем усовершенствованного управления; о структуре и этапах разработки СУУ технологическими процессами.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или

заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

## Вопросы к экзамену

Лекция №1 «Основные понятия теории автоматических систем»

1. Перечислите области применения и основное назначение ТАУ. Что называется системами автоматического управления (САУ)? Приведите примеры САУ. Почему задачи ТАУ решаются в реальном времени?

2. Назовите два основных вида систем автоматического управления (САУ)? Приведите примеры для каждого из видов САУ. Что называется функциональной схемой (блок схемой)? Проиллюстрируйте с помощью блок схемы разновидности САУ.

3. Дайте определение и приведите примеры элементов соответствующих терминам «источник воздействия», «объект управления», «обратная связь». Проиллюстрируйте с помощью блок схемы взаимодействие этих элементов, указав места приложения следующих воздействий: задающего, управляющего, возмущающего, ошибки системы и выходного. Что такое рассогласование, и как связаны между собой ошибка системы, выходное и задающее воздействия?

4. На какие типы подразделяются системы автоматического управления (САУ) по виду задающего воздействия? Приведите примеры для каждого из типов.

5. Почему для замкнутых систем управления не характерно спокойное состояние равновесия? Какие виды состояний могут быть присущи для систем автоматического управления (САУ)? Приведите примеры для каждого из видов состояний САУ.

6. Каким образом можно описать любой процесс и какой процесс называется динамическим? Приведите примеры для динамического и нединамического процессов.

7. Приведите классификацию систем автоматического управления (САУ) по следующим признакам: вид уравнений динамики процессов управления, характер передачи сигналов, характер процесса управления, характер функционирования. Используя данную классификацию проанализируйте, что характеризует существующие виды САУ.

8. Перечислите задачи решаемые теорией автоматического управления, и укажите назначение результатов решения этих задач.

#### Лекция №2 «Основные характеристики звеньев автоматических систем»

9. Опишите метод составления уравнения звена в стандартной символьной записи и его линеаризации.

10. Передаточная функция и характеристическое уравнение звена.

11. Дайте определение весовой и переходной функциям звена.

12. Опишите метод определения частотных характеристик звеньев и построения их логарифмического представления.

#### Лекция №3-4 «Типовые звенья САУ»

13. Приведите классификацию позиционных звеньев САУ, передаточную функцию и характеристики идеального усилительного звена. Приведите примеры идеального усилительного звена.

14. Приведите передаточную функцию и характеристики апериодического (инерционного) звена 1-го порядка. Приведите примеры апериодических (инерционного) звеньев 1-го порядка.

15. Приведите передаточную функцию и характеристики апериодического (инерционного) звена 2-го порядка. Приведите примеры апериодических (инерционного) звеньев 2-го порядка.

16. Приведите передаточную функцию и характеристики колебательного звена. Приведите примеры колебательных звеньев.

17. Приведите передаточную функцию и характеристики идеального интегрирующего звена. Приведите примеры идеальных интегрирующих звеньев.

18. Приведите передаточную функцию и характеристики идеального дифференцирующего звена. Приведите примеры идеальных дифференцирующих звеньев.

19. Дайте определение и приведите амплитудно-частотные характеристики модулированного сигнала.

Лекция №5-7 «Основные характеристики систем автоматического управления»

20. Опишите правила структурных преобразований разомкнутых цепей САУ (из последовательно соединенных звеньев, параллельно соединенных звеньев и с местной обратной связью) для определения их передаточной функции.

21. Способы вычисления общего коэффициента усиления разомкнутой цепи.

22. Сформулируйте правило вычисления передаточной функции между двумя произвольными узлами.

23. Четыре основных вида передаточных функций замкнутых цепей.

24. Опишите разницу между частотными характеристиками замкнутой и разомкнутой систем.

Лекция №8-9 «Устойчивость САУ»

25. Опишите процесс управления и требования к нему. Перечислите способы решения дифференциальных уравнений, описывающих САУ.

26. Опишите корневой метод исследования устойчивости.

27. Перечислите алгебраические критерии устойчивости. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.

28. Перечислите частотные критерии устойчивости. Сформулируйте критерий устойчивости Михайлова.

29. Перечислите частотные критерии устойчивости. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.

30. Перечислите частотные оценки качества процесса управления.

Лекция №10 «Точность систем автоматического управления»

31. Сформулируйте понятие точности САУ.

32. Дайте определение установившейся ошибке при произвольном внешнем воздействии. Что такое коэффициенты ошибок и как их можно вычислить?

33. Дайте определение понятию «астатизм». Приведите примеры.

Лекция №11 «Оценки качества переходного процесса»

34. Перечислите и охарактеризуйте показатели качества переходного процесса.

35. Какие возможны пути определения показателей качества переходного процесса? Приведите пример.

Лекция №12 «Корректирующие устройства САУ»

36. Перечислите методы улучшения качества переходного процесса с помощью последовательных корректирующих устройств. Укажите их положительные и отрицательные стороны.

37. Перечислите виды корректирующих обратных связей. Укажите их положительные и отрицательные стороны.

38. Для чего используются корректирующие устройства по внешнему воздействию? Дайте определение понятию «инвариантность».

Лекция №13 «Цифровые САУ»

39. Особенности динамики систем управления непрерывными динамическими объектами с цифровыми регуляторами.

40. Требования к основным характеристикам цифрового регулятора.

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

| <b>Оценка</b>    | <b>Требования к сформированным компетенциям</b>   |
|------------------|---|
| <b>«зачтено»</b> | Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | исправляет самостоятельно.   |
| <b>«не зачтено»</b> | Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности. |

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1.**

1. Теорема Барбашина-Красовского для исследования асимптотической устойчивости динамических систем.
2. Устойчивость по первому приближению.
3. Применение второго метода Ляпунова для оптимальной стабилизации.
4. Численные методы решения нелинейных задач оптимального управления.

#### **Раздел 2.**

1. Прогнозирование в задачах управления.
2. Технология многопараметрического управления на основе

прогнозирующей модели.

3. Теория оптимального управления.
4. Теория робастного управления.

### **Раздел 3.**

1. Прогнозные модели в пространстве состояний, прогнозные модели на основе импульсных переходных (весовых) функций.
2. Критерий оценки стратегии управления.
3. Предобработка массивов исходных данных.
4. Анализ статистических и динамических характеристик исходных данных.
5. Прогнозирование выходных характеристик и/или состояния объекта управления.
6. Оптимизация процесса управления сложной динамической системы.

### **Раздел 4.**

1. Контроль состояния объекта управления и каналов мониторинга на основе прогностического анализа невязок измерений и корреляционной структуры контролируемых параметров.
2. Формирование взаимосвязи системы оптимизации управления и контроля состояния объекта управления с вышестоящими и нижестоящими уровнями управления с учетом результатов текущего технико-экономического анализа.
3. Управление с предсказанием в непрерывном времени.
4. Постановка задачи управления с прогнозом в дискретном времени.
5. Асимптотические наблюдатели.
6. Фильтр Калмана.

### **Раздел 5.**

1. Базовая задача МРС-управления с линейной моделью и квадратичным функционалом.
2. Задача МРС-управления с квадратичным функционалом при наличии ограничений.
3. Астатический МРС-регулятор в линейно-квадратичной задаче.
4. Астатический МРС-регулятор при наличии ограничений.
5. Управление с нелинейной прогнозирующей моделью в режиме реального времени.
6. Цифровое управление с прогнозом на базе параметрической оптимизации.
7. Анализ асимптотической устойчивости,
8. Анализ субоптимальности,
9. Анализ робастности замкнутой САУ.

## 10. Практическая устойчивость.

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

вопросы тестирований:

1. Какая система называется автоматической системой регулирования (АСР)?

1. система компенсации;
2. замкнутая система с О.О.С.;
3. замкнутая система с П.О.С.;
4. адаптивная система;
5. разомкнутая система с жесткой программой.

2. Какие признаки элементов системы управления отражаются на ее функциональной схеме?

1. целевое назначение элементов;
2. алгоритм преобразования информации;
3. конструктивная обособленность;
4. динамические свойства;
5. статическая точность.

3. Какая система называется астатической?

1. система компенсации;
2. точная замкнутая система без статической ошибки;
3. неточная система со статической ошибкой;
4. нейтральная система;
5. инвариантная система.



4. Коэффициент усиления разомкнутой статической АСР  $K_{раз} = 4,5$ . Как изменится статизм системы, если  $K_{раз}$  увеличится в 2 раза? Приведите формулу расчета.

1. статическая ошибка увеличится в 4,5 раз;
2. статическая ошибка уменьшится в 9 раз;
3. статическая ошибка уменьшится в 10 раз;
4. статическая ошибка останется без изменения;
5. статическая ошибка увеличится в 2 раза.

5. Какое типовое звено должна содержать АСР, чтобы она была астатической? Запишите его передаточную функцию.

1. дифференцирующее звено;
  2. интегрирующее звено;
  3. усилительное звено;
  4. апериодическое звено;
  5. звено запаздывания.
6. Как от передаточной функции перейти к А.Ф.Х.?

1. положить  $p = 0$ ;
2. положить  $p = j\omega$ ;
3. взять обратное преобразование Лапласа;
4. умножить передаточную функцию на  $1/p$ ;
5. положить  $p = \square$ .

7. Какое из определений передаточной функции правильное и наиболее точное?

1. отношение выходной величины ко входной;
2. отношение изображения по Лапласу выходной величины к изображению по Лапласу входной величины;
3. зависимость коэффициента усиления от частоты;
4. отношение изображения по Лапласу выхода к изображению по Лапласу входа при нулевых начальных условиях;

5. отношение установившегося значения выхода ко входу, если входом является единичная синусоида.

8. Имеется дифференциальное уравнение системы при нулевых начальных условиях и ее передаточная функция. Что из них дает большую информацию о системе:

1. дифференциальное уравнение;
2. передаточная функция;
3. ни то, ни другое;
4. дифференциальное уравнение и передаточная функция дают одинаковую информацию;
5. все ответы неправильные.

9. В какой ряд раскладывают нелинейную функцию при линеаризации уравнения нелинейного элемента АСР:

1. в ряд Маклорена;
2. в ряд Лорана;
3. в ряд Тейлора;
4. в ряд Падэ;
5. в ряд Фурье.

10. Что является необходимым и достаточным условием устойчивости линейной АСР?

1. положительность всех коэффициентов характеристического уравнения АСР;
2. отрицательность всех коэффициентов характеристического уравнения АСР;
3. положительность вещественных частей всех корней характеристического уравнения АСР;
4. отрицательность вещественных частей всех корней характеристического уравнения АСР;
5. наличие нулевых корней характеристического уравнения АСР.

### Критерии оценивания

| Оценка       | Требования   |
|--------------|--|
| «зачтено»    | Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно. |
| «не зачтено» | Аспирант обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.   |

### Тематика лабораторных работ

1. Математическое описание простого объекта управления. Уравнения статического режима, статические характеристики. Линеаризация уравнений статического режима.

2. Математическое описание простого объекта управления. Неравновесные режимы, дифференциальное уравнение бака. Разностное уравнение и его решение. Линеаризация уравнений динамики. Динамические характеристики

3. Изучение типовых звеньев систем управления.

4. Исследование основных свойств систем управления.

5. Методы расчета устойчивости АСР и исследование функции на экстремум.

6. Пропорциональный и интегральный алгоритмы регулирования. Анализ динамики АСР с П-регулятором, объект А-звено. Анализ динамики АСР с И-регулятором, объект А-звено.

7. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИ-регулятором, объект с запаздыванием.

8. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИД - регулятором, объект с запаздыванием.

9. Исследование методов линеаризации.

10. Методы расчета управляемости и наблюдаемости автоматических систем.

11. Задание спецификаций расчета.
12. Моделирование процесса ректификации.
13. Подбор оптимального значения КПД тарелок.
14. Исследование зависимости энергетической нагрузки от отбора выходного продукта.
15. Оценка целесообразности изменения основных параметров в системе.
16. Исследование процесса разделения многокомпонентной смеси.
17. Математические модели объектов и систем управления. Передаточные функции.
18. Устойчивость систем управления. Критерии устойчивости. Качество систем управления.
19. Способы построения переходных процессов в непрерывных системах управления.
20. Управляемость и наблюдаемость. Инвариантность систем управления. Комбинированное управление.
21. Чувствительность систем управления. Структурный и параметрический синтез систем управления.
22. Линейные регуляторы и переход к МРС. Линейная идентификация. Линейные наблюдатели.
23. Численные методы оптимизации.
24. МРС в пространстве состояний.
25. Решение проблемы МРС в случае отсутствия ограничений. Решение при наличии ограничений.
26. Исследование и обеспечение устойчивости в МРС.
27. Особенности коммерческих версий МРС.

### **Критерии оценки лабораторных работ**

| <b>Оценка</b>           | <b>Требования</b>  |
|-------------------------|--|
| <i><b>«зачтено»</b></i> | Студент выполняет лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.                                      |
| <i>«не зачтено»</i> | Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена. |

### **Тематика контрольно-расчетных работ**

1. Временные задержки, итерационная процедура, EM алгоритм.
2. Репрезентативность, метод оптимизации роя частиц.
3. Построение физически-обоснованной математической модели объекта.
4. Допущения модели, калибровка модели технологического объекта, оптимальный диапазон функционирования.
5. Интерфейс Profit Design Studio, основные принципы работы.
6. Построение прогнозирующих моделей с использованием Profit Design Studio, формирование xml-файла.
7. Разработка MPC-регулятора.
8. Управление нелинейным объектом с несколькими входами и выходами.
9. Оценка параметров модели MPC-регулятора: коэффициентов весов, состояний моделируемого объекта управления, робастности и устойчивости MPC-регулятора.
10. Настройка параметров модели MPC-регулятора: границ ограничений входов и выходов, горизонтов прогнозирования, последовательности управления.
11. Разработка быстрых MPC-регуляторов: явный MPC-регулятор, решатель QR.

### **Критерии оценки контрольно-расчетных работ**

| Оценка              | Требования  |
|---------------------|---|
| <i>«зачтено»</i>    | Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, самостоятельно строит профиль под контролем преподавателя, при необходимости задает наводящие вопросы. Допускается неточность тех линий, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах. |
| <i>«не зачтено»</i> | Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет самостоятельно выстроить профиль; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.   |