

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления



А.В. Бурковский /

16.02. 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория адаптивного управления»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

А.М. Литвиненко

Заведующий кафедрой

Электропривода,

автоматики и управления в

технических системах

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование профессиональных компетенций: способность 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; готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Изучение особых систем, имеющих в своем составе объекты со статической экстремальной характеристикой, а также объекты, в которых могут меняться параметры и алгоритмы регулирования и функционирования.

2. Изучение принципов построения экстремальных систем, самонастраивающихся с различной степенью адаптации.

3. Освоение алгоритмов адаптации входных воздействий динамических свойств объектов и цели функционирования;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория адаптивного управления» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория адаптивного управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования адаптивных систем
	Уметь детализировать основные типы адаптивных систем
	Владеть навыками общесистемного проектирования адаптивных систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория адаптивного управления» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	66	66
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	87	87
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Понятие об оптимальном и адаптивном управлении	Общие определения. Критерии оптимальности систем автоматического регулирования. Ограничения фазовых координат и управления. Задачи оптимизации. Классификация оптимальных и адаптивных систем.	4	4	4	12	24
2	Общая характеристика математических моделей объектов и систем оптимизации	Типовые формы уравнений. Общие понятия об идентификации. Компенсационные методы идентификации статики объектов. Методы идентификации динамики нестационарных объектов. Оценка свойств объектов по их математическим моделям. Оценивание вектора состояния.	4	4	4	14	26
3	Методы синтеза оптимальных и адаптивных систем	Методы синтеза алгоритмов оптимальных управлений объектами в статических и установившихся режимах. Классический метод вариационного исчисления. Метод динамического программирования. Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Применение метода фазовых траекторий.	4	4	4	14	26
4	Методы идентификации сигналов внешних воздействий	Компенсационные методы идентификации нестационарных объектов с применением моделей.	4	4	4	14	26
5	Построение адаптивных и оптимальных систем	Принципы построения экстремальных систем. Примеры задач экстремального управления. Построение одномерных экстремальных систем. Принципы построения оптимальных по быстродействию систем. Теорема об n интервалах. Примеры синтеза оптимальных по быстродействию линейных систем.	4	4	4	14	26
6	Адаптивные системы оптимальные по быстродействию	Особенности построения многомерных экстремальных систем. Примеры синтеза оптимальных по быстродействию	4	4	4	13	25

		управлений.					
			Итого	18	24	24	87 153

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Методы синтеза оптимальных и адаптивных систем
 - 1.1. Методы синтеза алгоритмов оптимальных управлений объектами в статических и установившихся режимах. Классический метод вариационного исчисления. (2 лабораторные работы)
2. Построение адаптивных и оптимальных систем
 - 2.1. Построение одномерных экстремальных систем. (2 лабораторные работы)
 - 2.2. Построение систем, самонастраивающихся по сигналам внешних воздействий и динамическим характеристикам объектов. (2 лабораторные работы)

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка алгоритма адаптивного регулятора (с поиском экстремума по приращению)», «Разработка алгоритма адаптивного регулятора (с поиском экстремума по чувствительности)», «Разработка алгоритма адаптивного регулятора методом поочередных шагов (шаговый метод)», «Разработка алгоритма адаптивного регулятора методом запоминания экстремума».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Разработать алгоритм экстремального регулятора.
- Получить наглядное представление об изменении во времени выходных координат всех основных элементов, образующих структуру экстремальной системы.
- Количественно оценить основные показатели качества системы: зону поиска, потери на поиск, быстродействие и период (частоту) колебаний около экстремума.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования адаптивных систем	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь детализировать основные типы адаптивных систем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками общесистемного проектирования адаптивных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования адаптивных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь детализировать основные типы адаптивных систем	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками общесистемного проектирования адаптивных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки)

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Область применения адаптивных систем:

- а) управление объектами, свойства которых постоянны*
- б) управление объектами, условия, работы которых недостаточны известны*
- в) управление объектами, свойства которых непостоянны*
- г) управление объектами, условия, работы которых недостаточны неизвестны*

2. Каково минимальное число контуров регулирования у адаптивных систем САУ:

- а) 1*
- б) 2*
- в) 3*
- г) более трех*

3. Каково минимальное число контуров регулирования у самообучающихся систем САУ:

- а) 1*
- б) 2*
- в) 3*
- г) более трех*

4. В чем состоит сущность метода Гаусса-Зейделя:

- а) имеется ряд циклов, в каждом из которых изменяется одна переменная при постоянном значении других*
- б) в каждой точке отыскивается направление наискорейшего изменения функции, характеризующей показатель качества работы системы*
- в) перемещение происходит по лучу, направленному противоположно градиенту показателя качества в данной точке до тех пор, пока данная функция не станет минимальной на этой прямой, затем происходит новое направление градиента и так далее.*

5. В чем состоит сущность метода Градиента:

- а) имеется ряд циклов, в каждом из которых изменяется одна переменная при постоянном значении других*
- б) в каждой точке отыскивается направление наискорейшего изменения функции, характеризующей показатель качества работы системы*
- в) перемещение происходит по лучу, направленному противоположно градиенту показателя качества в данной точке до тех пор, пока данная функция не станет минимальной на этой прямой, затем происходит новое направление градиента и так далее.*

6. В чем состоит сущность метода наискорейшего спуска:

- а) имеется ряд циклов, в каждом из которых изменяется одна переменная при постоянном значении других*
- б) в каждой точке отыскивается направление наискорейшего*

изменения функции, характеризующей показатель качества работы системы

в) перемещение происходит по лучу, направленному противоположно градиенту показателя качества в данной точке до тех пор, пока данная функция не станет минимальной на этой прямой, затем происходит новое направление градиента и так далее

7. Величина рабочего шага в дискретно-шаговой экстремальной системе пропорциональна:

- а) пробному движению
- б) приращению показателя
- в) модулю градиента

8. В дискретно-шаговой экстремальной САУ параметр $\beta = 1 - 2K\Delta x$, $0 < \beta < 1$. Охарактеризуйте поведение x_n :

- а) x_n монотонно убывает
- б) переходной процесс заканчивается в кратчайший срок
- в) процесс носит колебательный характер
- г) граница устойчивости
- д) процесс неустойчив

9. В дискретно-шаговой экстремальной САУ параметр $\beta = 1 - 2K\Delta x$, $\beta = 0$. Охарактеризуйте поведение x_n :

- а) x_n монотонно убывает
- б) переходной процесс заканчивается в кратчайший срок
- в) процесс носит колебательный характер
- г) граница устойчивости
- д) процесс неустойчив

10. В дискретно-шаговой экстремальной САУ параметр $\beta = 1 - 2K\Delta x$, $-1 < \beta < 0$. Охарактеризуйте поведение x_n :

- а) x_n монотонно убывает
- б) переходной процесс заканчивается в кратчайший срок
- в) процесс носит колебательный характер
- г) граница устойчивости
- д) процесс неустойчив

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных

задач

1. В дискретно-шаговой экстремальной САУ параметр $\beta = 1 - 2K\Delta x$, $\beta = -1$. Охарактеризуйте поведение x_n :

- а) x_n монотонно убывает
- б) переходной процесс заканчивается в кратчайший срок
- в) процесс носит колебательный характер
- г) граница устойчивости
- д) процесс неустойчив

2. В дискретно-шаговой экстремальной САУ параметр $\beta = 1 - 2K\Delta x$, $\beta < -1$. Охарактеризуйте поведение x_n :

- а) x_n монотонно убывает
- б) переходной процесс заканчивается в кратчайший срок

- в) процесс носит колебательный характер
- г) граница устойчивости
- д) процесс неустойчив

3. Как известно, динамика самонастраивающейся системы с эталонной моделью при детерминированных сигналах при применении метода гармонической линеаризации в случае неидеальной модели описываются двумя взаимосвязанными системами, при этом системы характеризуют:

- а) автоколебательный режим и постоянную составляющую
- б) автоколебательный режим и переменную составляющую

4. Определить дисперсию от помехи самонастраивающейся по входному сигналу системы с разомкнутой цепью настройки:

$$\bar{Z}_f^2 = \frac{a^2 K_v}{2}$$

$$Z^2 = \frac{V^2}{K_v^2} + \frac{a^2 K_0}{2}$$

$$K_{voon} = \sqrt[3]{\frac{4V^2}{a^2}}$$

$$\Theta = 1 - \frac{1}{\frac{1}{3} \left(\frac{K_{v0}}{K_v}\right)^2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{K_v}{K_{v0}}}$$

5. Определить средний квадрат суммарной ошибки от помехи самонастраивающейся по входному сигналу системы с разомкнутой цепью настройки:

$$\bar{Z}_f^2 = \frac{a^2 K_v}{2}$$

$$Z^2 = \frac{V^2}{K_v^2} + \frac{a^2 K_0}{2}$$

$$K_{voon} = \sqrt[3]{\frac{4V^2}{a^2}}$$

$$\Theta = 1 - \frac{1}{\frac{1}{3} \left(\frac{K_{v0}}{K_v}\right)^2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{K_v}{K_{v0}}}$$

6. Определить условие минимума среднеквадратичной ошибки от помехи

самонастраивающейся по входному сигналу системы с разомкнутой цепью настройки:

$$\bar{Z}_f^2 = \frac{a^2 K_v}{2}$$

$$Z^2 = \frac{V^2}{K_v^2} + \frac{a^2 K_0}{2}$$

$$K_{v00n} = \sqrt[3]{\frac{4V^2}{a^2}}$$

$$\Theta = 1 - \frac{1}{\frac{1}{3} \left(\frac{K_{v0}}{K_v}\right)^2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{K_v}{K_{v0}}}$$

7. Определить эффективность самонастройки самонастраивающейся по входному сигналу системы с разомкнутой цепью настройки:

$$\bar{Z}_f^2 = \frac{a^2 K_v}{2}$$

$$Z^2 = \frac{V^2}{K_v^2} + \frac{a^2 K_0}{2}$$

$$K_{v00n} = \sqrt[3]{\frac{4V^2}{a^2}}$$

$$\Theta = 1 - \frac{1}{\frac{1}{3} \left(\frac{K_{v0}}{K_v}\right)^2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{K_v}{K_{v0}}}$$

8. Самонастраивающаяся система с переменной структурой и использованием скользящего режима.

9. Обучающие системы. Алгоритм обучения. Распознавание и классификация.

10. Роботы и сенсорные устройства. Области применения.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Экстремальная система с безинерционным объектом. Показатели качества.

2. Экстремальная система с инерционным объектом до и после нелинейного звена.

3. Экстремальная система с объектом высокого порядка.

4. Фазовый метод исследования экстремальных систем.

5. *Приближенный метод исследования экстремальных систем.*
6. *Метод логарифмических характеристик для анализа и синтеза систем.*
7. *Аналитические беспойсковые самонастраивающиеся системы.*
8. *Самонастраивающаяся система с обработкой внешних воздействий.*
9. *Самонастраивающаяся система с алгоритмом обработки динамических свойств объектов управления.*
10. *Самонастраивающаяся система с использованием автоколебательного режима.*

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. *Классификация адаптивных систем.*
2. *Методы поиска экстремума.*
3. *Метод Гаусса-Зейделя.*
4. *Метод градиента.*
5. *Метод наискорейшего спуска.*
6. *Случайные методы поиска.*
7. *Экстремальная система с поиском по приращению, с запоминанием экстремума.
Структурная схема, алгоритм функционирования.*
8. *Экстремальная система с поиском по производным. Структурная схема, алгоритм функционирования.*
9. *Экстремальная система с поиском модуляционных сигналов.
Структурная схема, алгоритм функционирования.*
10. *Экстремальный регулятор. Функциональная схема, алгоритм функционирования.*

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. *Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*
2. *Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*
3. *Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*
4. *Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Понятие об оптимальном и адаптивном управлении	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Общая характеристика математических моделей объектов и систем оптимизации	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Методы синтеза оптимальных и адаптивных систем	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Методы идентификации сигналов внешних воздействий	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Построение адаптивных и оптимальных систем	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Адаптивные системы оптимальные по быстродействию	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. *Робастные и адаптивные системы управления : Учеб. пособие / А. М. Литвиненко. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. - 131 с.*

2. *Адаптивные системы автоматического управления: учеб. пособие / А. М. Литвиненко, А. В. Машаров. - Электрон.дан. (1 файл). - Воронеж : ВГТУ, 2004.*

3. *Методы робастного, нейро-нечёткого и адаптивного управления : Учеб. пособие / Под ред. Н. Д. Езупова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. - 744 с.*

4. *Адаптивные системы управления : учеб. пособие / А. М. Литвиненко, А. А. Семьин. - Воронеж : ВГТУ, 2006. - 136 с.*

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет». Сайт информационной поддержки дисциплины – <http://www.aits.vorstu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Кабинет аудитории 329

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория адаптивного управления» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____ . Занятия проводятся путем решения

конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--