

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.
« 29 » ____ 01 ____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Оптимальное управление динамическими системами

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки 01.04.04 Прикладная математика

(код и направление подготовки)

Направленность Системы управления и обработки информации в инженерии

(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Объем дисциплины 216/6

(часов/з.е)

Промежуточная аттестация экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра Прикладная математика

(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик Прикладная математика

(наименование кафедры)

Разработчик(и): Пакшин П.В., д.ф.-м.н, профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.04 Прикладная математика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 января 2018 № 15, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры, протокол от 25.12.2024 № 9

Заведующий кафедрой _____ Пакшин П.В.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 01.04.04-13

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	8
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	13
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	13
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.....	15
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1 Основная литература.....	18
6.2 Дополнительная литература.....	18
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	18
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	18
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	20
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	20
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	20
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	20
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	21
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	21
10.6 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	21
10.7 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к выполнению профессиональных задач в рамках трудовой деятельности по профессиональным стандартам 40.011 «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок» и 06.001 «Программист» в рамках обобщенных трудовых функций «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем», «Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний», «Разработка требований и проектирование программного обеспечения» и изучение основ теории оптимального управления динамическими системами

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- синтез оптимального управления методами классического вариационного исчисления;
- синтез оптимального управления на основе принципа максимума Л.С. Понтрягина;
- синтез оптимального управления на основе метода динамического программирования Р. Беллмана.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Оптимальное управление динамическими системами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Моделирование в MATLAB», «Методы оптимизации», «Вариационное исчисление», «Уравнения математической физики» «Теория управления» в объеме программы по направлению подготовки бакалавров 01.03.04 «Прикладная математика», дисциплин «Теория управления», «Функциональный анализ» в объеме программы по направлению подготовки магистров 01.04.04 «Прикладная математика»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Научно-исследовательская работа», «Современная теория управления» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Оптимальное управление динамическими системами» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Оптимальное управление динамическими системами» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-1 и ПКС-4 в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика».

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенциюсовместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
ПКС-1				
Асимптотический анализ	✓			
Моделирование в среде LabView		✓		
Функциональный анализ		✓		
Оптимальное управление динамическими системами		✓		
Нечеткие модели			✓	
Анализ временных рядов			✓	
Научно-производственная практика				✓
Выполнение и защита ВКР				✓
ПКС-4				
Теория управления	✓			
Принципы построения математических моделей	✓			
Оптимальное управление динамическими системами		✓		
Вычислительная математика		✓		
Современная теория управления			✓	
Стохастическое моделирование			✓	
Научно-производственная практика				✓
Преддипломная практика				✓
Выполнение и защита ВКР				✓

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Оптимальное управление динамическими системами», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-1 Способен проводить системный анализ процессов в условиях неопределенности и риска	ИПКС-1.3. Проводит научные эксперименты, применяя методы системного анализа, обработки и обобщения научно-технической информации в условиях неопределенности и риска.	Знать: постановки основных задач оптимального управления и методы их решения	Уметь: применять методы оптимального управления для решения прикладных задач	Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.3. Анализирует и обрабатывает результаты экспериментальных исследований в рамках профессиональной деятельности.	Знать: методы решения задач оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана.	Уметь: применять методы оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана. для решения	Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С.

			прикладных задач	Понтрягина и динамического программирования
--	--	--	------------------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		2 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	76	76
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	16	16
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	32	32
лабораторные работы (ЛР)	20	20
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	8
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	140	140
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	60	60
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	44	44
Подготовка к экзамену (контроль)*	36	36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)		

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7
2 семестр						
ПКС-1 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 1. Вводные понятия и положения					
	Тема 1.1Общая постановка задачи оптимального управления.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]
	Тема 1.2Примеры задач оптимальногоуправления					
	Тема 1.3Классификация задач оптимальногоуправления					

1	2	3	4	5	6	7
	Практическая работа №1.Формулировки постановок задач оптимального управления			6	6	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2]
	Итого по 1 разделу	2		6	8	
	Раздел 2. Методы классического вариационного исчисления					
	Тема 2.1 Уравнения Эйлера-Лагранжа Тема 2.2 Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с фиксированными концами Тема 2.3 Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с подвижными концами Тема 2.4. Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с нефиксированным временем	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2] [
	Практическая работа №2 Решение упражнений и задач оптимального управления методами классического вариационного исчисления.			8	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2]
	Итого по 2 разделу	4		8	7	
	Раздел 3. Принцип максимума Понтрягина					
	Тема 3.1 Задача с закрепленными концами и фиксированным временем: (297). Тема 3.2 Задача с подвижными концами и нефиксированным временем Тема 3.3 Задача максимального быстрогодействия. Теорема об n интервалах Тема 3.4 Вырожденные и особые задачи	6			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2] [
	Практическая работа №3. Решение упражнений и задач оптимального управления на основе принципа максимума.			10	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2]
	Лабораторная работа №1. Синтез и моделирование оптимального по быстрдействию управления с обратной связью объектом, состоящим из последовательного соединения двух апериодических звеньев		4		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.3.1]
	Лабораторная работа №2. Синтез и моделирование оптимального по быстрдействию управления с обратной связью гармоническим осциллятором		6		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.3.1]
	Лабораторная работа №3. Синтез и моделирование управления с обратной связью, обеспечивающего минимум линейной комбинации времени и расхода топлива для объекта, представляющего собой последовательное соединение интегратора и апериодического звена.		6		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.3.1]
	Итого по 3 разделу	6	16	10	19	
	Раздел 4. Метод динамического программирования					
	Тема 4.1 Принцип оптимальности Тема 4.2 Функциональное уравнение Беллмана Тема 4.3 Достаточные условия оптимальности Тема 4.4 Связь динамического программирования с принципом максимума	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]
	Практическая работа №4. Решение упражнений и задач оптимального управления на основе метода динамического программирования			8	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2] [
	Лабораторная работа №4. Синтез и моделирование управления с обратной связью нестационарной линейной системой оптимального по интегральному квадратичному критерию.		4		3	Подготовка к лабораторным занятиям [[6.1.2], [6.3.1]
	Итого по 4 разделу	4	4	8	10	
1	2	3	4	5	6	7

ПКС-1 ИПКС-1.3	КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)				60	Подготовка к выполнению и защите КР [6.1.1, 6.2.1], [6.2.2]
ПКС-4 ИПКС-4.3						
Всего по дисциплине		16	20	32	104	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия, лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценивания результатов обучения и процедуры оценивания компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины, приводятся в табл. 5.6.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях. Лабораторные и практические занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального лабораторного или практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Самостоятельная работа включает выполнение индивидуальных заданий - курсовая работа. Курсовая работа выполняется на основе выданного задания. Требования к содержанию и оформлению курсовой работы представлены в фонде оценочных средств дисциплины.

Оценивание результатов курсовой работы проводится преподавателем в рамках проведения текущих консультаций по курсовому проектированию и защиты курсовой работы студентом. Защита курсовой работы является одной из форм промежуточного контроля успеваемости студентов. Промежуточная аттестация по дисциплине в форме курсовой работы проводится до начала проведения промежуточной аттестации в форме экзамена по данной дисциплине.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации для курсовой работы представлены в табл. 5.2.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен состоит из 2 теоретических вопросов и задачи.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации для экзамена представлены в табл. 5.3.

В таблицах 5.4 и 5.5 представлены шкалы соответствия набранных баллов по промежуточной аттестации и оценок для курсовой работы и экзамена по дисциплине.

Таблица 5.1 –Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			0 баллов	1 баллов	
ПКС-1 Способен проводить системный анализ процессов в условиях неопределенности и риска	ИПКС-1.3. Проводит научные эксперименты, применяя методы системного анализа, обработки и обобщения научно-технической информации в условиях неопределенности и риска.	Знать: постановки основных задач оптимального управления и методы их решения	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: применять методы оптимального управления для решения прикладных задач	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных работ, практических заданий и курсовой работы (см. табл. 4.2)
		Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	работ
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.3. Анализирует и обрабатывает результаты экспериментальных исследований в рамках профессиональной деятельности.	Знать: методы решения задач оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана.	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: применять методы оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана. для решения прикладных задач	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных работ, практических заданий и курсовой работы (см. табл. 4.2)
		Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных работ, практических заданий и курсовой работы (см. табл. 4.2)

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (курсовая работа)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ПКС-1 Способен проводить системный анализ процессов в условиях неопределенности и риска	ИПКС-1.3. Проводит научные эксперименты, применяя методы системного анализа, обработки и обобщения научно-технической информации в условиях неопределенности и риска.	Знать: постановки основных задач оптимального управления и методы их решения	Очень слабое понимание теоретического материала Содержание в целом не соответствует заданию Большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы отсутствуют	Слабое понимание теоретического материала Содержание частично не соответствует заданию Не большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы неполные	Глубокие знания теоретического материала Содержание соответствует заданию Структура работы логически и методически выдержана Развернутые ответы на вопросы	Контроль выполнения курсовой работы Ответы на теоретические вопросы
		Уметь: применять методы оптимального управления для решения прикладных задач	Анализ задания не выполнен Задание не выполнено Полученные результаты не соответствуют требованиям задания. Оформление не соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено частично Полученные результаты не полностью соответствуют требованиям задания Оформление не полностью соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено полностью Полученные результаты соответствуют требованиям задания Оформление полностью соответствует требованиям	Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы
		Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления	Не владеет методами решения задач Отсутствует способность анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют	Владеет основными методами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют	Владеет методами и способами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения убедительно аргументированы	Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.3. Анализирует и обрабатывает результаты экспериментальных исследований в рамках профессиональной деятельности.	Знать: методы решения задач оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана.	Очень слабое понимание теоретического материала Содержание в целом не соответствует заданию Не большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы отсутствуют	Слабое понимание теоретического материала Содержание частично не соответствует заданию Не большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы неполные	Глубокие знания теоретического материала Содержание соответствует заданию Структура работы логически и методически выдержана Развернутые ответы на вопросы	Контроль выполнения курсовой работы Ответы на теоретические вопросы
		Уметь: применять методы оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана для решения прикладных задач	Анализ задания не выполнен Задание не выполнено Полученные результаты не соответствуют требованиям задания Оформление не соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено частично Полученные результаты не полностью соответствуют требованиям задания Оформление не полностью соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено полностью Полученные результаты соответствуют требованиям задания Оформление полностью соответствует требованиям	Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы
		Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования	Не владеет методами решения задач Отсутствует способность анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют	Владеет основными методами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют	Владеет методами и способами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения убедительно аргументированы	Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы

Таблица 5.3 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ПКС-1 Способен проводить системный анализ процессов в условиях неопределенности и риска	ИПКС-1.3. Проводит научные эксперименты, применяя методы системного анализа, обработки и обобщения научно-технической информации в условиях неопределенности и риска.	Знать: постановки основных задач оптимального управления и методы их решения	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		Уметь: применять методы оптимального управления для решения прикладных задач Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления	Задание не выполнено	Задание выполнено с ошибками	Задание выполнено	Решение задач билета
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.3. Анализирует и обрабатывает результаты экспериментальных исследований в рамках профессиональной деятельности.	Знать: методы решения задач оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана.	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен неполный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		Уметь: применять методы оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана для решения прикладных задач Владеть: современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования	Задание не выполнено	Задание выполнено с ошибками	Задание выполнено	Решение задач билета

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (курсовая работа)

Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
Суммарное количество баллов*	
0	«неудовлетворительно»
0 - 1	«удовлетворительно»
1 - 2	«хорошо»
2	«отлично»

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.5 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0	0-1	0-1	«неудовлетворительно»
1	1	1	«удовлетворительно»
1	1-2	1-2	«хорошо»
1	2	2	«отлично»

*) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

**) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

1. Упрощенное движение летательного аппарата (ЛА) в вертикальной плоскости описывается уравнением

$$m\ddot{x} = p + q,$$

где $m = m_c + m_p(t)$ - переменная масса ЛА, $V = [V_x V_y]^T$ - скорость ЛА, $p = [p_x p_y]^T$ - реактивная сила, $q = [q_x q_y]^T$ - равнодействующая всех остальных сил, действующих на ЛА. Реактивная сила имеет вид $p = \dot{m}_p W$, $|W| = \text{const}$, где $W = [W_x W_y]^T$ - относительная скорость отделяющихся частиц, $\dot{m}_p$ - секундный расход реактивной массы.

Принимая за управления отношения составляющих реактивной силы к массе ЛА $u = [u_x u_y]^T$, $u_x = p_x / m$, $u_y = p_y / m$ записать критерий оптимальности и краевые условия для задачи вывода ЛА из начала координат на заданную высоту h за минимальное время при ограничениях на управление $(u_x^2 + u_y^2) \leq u_m^2$

2. Найти оптимальное управление в следующей задаче максимального быстродействия

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ \int_0^{t_f} u^2(t) dt &= b, \\ x_1(0) &= x_2(0) = 0, \quad x_1(t_f) = d, \quad x_2(t_f) = 0, \quad J = t_f \rightarrow \min\end{aligned}$$

3. Найти оптимальное программное управление и оптимальную траекторию в следующей задаче максимального быстродействия

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ |u| &\leq 1, \\ x_1(0) &= x_2(0) = 0, \quad x_1(t_f) = 10, \quad x_2(t_f) = 0, \quad J = t_f \rightarrow \min\end{aligned}$$

4. Найти оптимальное управление с обратной связью в следующей задаче

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ x_1(0) &= x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}, \\ J &= \int_0^{\infty} (u^2 + 4x_1^2 + 5x_2^2) dt \rightarrow \min\end{aligned}$$

Типовые задания для лабораторных работ

1. Синтез и моделирование оптимального по быстродействию управления с обратной связью гармоническим осциллятором

Задание Дана система

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \omega \\ -\omega & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ u(t) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Управление $u(t)$ ограничено по величине, т.е. $|u(t)| \leq 1$.

Найти допустимое управление с обратной связью, которое переводит систему (1) из любого начального состояния (x_1, x_2) в начало координат $(0, 0)$ за минимальное время. Построить модель оптимальной системы в среде MATLAB/SIMULINK и провести ее анализ.

2. Синтез и моделирование управления с обратной связью нестационарной линейной системой оптимального по интегральному квадратичному критерию.

Задание. Динамика линеаризованного контура наведения ракеты описывается уравнениями

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= \frac{k_1}{k_2 - t} x_3, \\ \dot{x}_3 &= u,\end{aligned}$$

где x_1 – боковое отклонение от номинальной траектории; x_2 – скорость этого отклонения; x_3 – угол направления вектора тяги.

Зависимость между боковой тягой и боковым ускорением нестационарна и определяется

коэффициентом $\frac{k_1}{k_2 - t}$, который учитывает потерю массы при действии тяги. Связь между x_2 и u представляет собой линеаризованное уравнение привода.

Исходя из предположения о возможности точного измерения $x_1(t)$, $x_2(t)$, и $x_3(t)$, построить закон управления с обратной связью, обеспечивающий оптимальное наведение ракеты в смысле минимума квадратичного функционала качества

где $r = 10$; $T = 250$ сек, и

$$Q(t) = \frac{1}{(300 - t)^2} \begin{bmatrix} 5 \cdot 10^{-7} & 0 & 0 \\ 0 & 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 10^2 \end{bmatrix}.$$

Провести моделирование оптимальной системы в среде MATLAB/SIMULINK с начальными условиями $x_1(0) = 3000$ футов (≈ 915 м); $x_2(0) = 800$ фут/сек (≈ 244 м/сек) и $x_3(0) = 12$ мрад и провести ее анализ.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Защита курсовой работы.

Тема курсовой работы – Синтез и моделирование оптимального по быстродействию управления с обратной связью вращающимся космическим аппаратом.

Курсовая работа по дисциплине «Теория управления» представляет собой совокупность расчетов на основе разработанного программного обеспечения и результатов моделирования, оформленных по требованиям к написанию научного отчета ГОСТ 7.32-2001, список использованных источников оформляется по ГОСТ 2008.

Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») (табл.5.4).

Перечень вопросов к защите курсовой работы:

выборочные вопросы из перечня вопросов для подготовки к экзамену

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену:

1. Общая постановка задачи оптимального управления
2. Примеры постановки задач оптимального управления
3. Классификация задач оптимального управления
4. Уравнения Эйлера
5. Уравнения Эйлера-Лагранжа
6. Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с фиксированными концами
7. Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с подвижными концами
8. Метод множителей Лагранжа для задач оптимального управления с нефиксированным временем
9. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задачи с закрепленными концами и фиксированным временем

10. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задачи с подвижными концами и нефиксированным временем
11. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задачи максимального быстродействия.
12. Теорема об n интервалах
13. Вырожденные задачи оптимального управления
14. Особые задачи оптимального управления
15. Принцип оптимальности Р. Беллмана
16. Функциональное уравнение Беллмана
17. Достаточные условия оптимальности
18. Связь функционального уравнения с принципом максимума

Типовые задачи

1. Найти оптимальное управление в следующей задаче максимального быстродействия

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ \int_0^{t_f} u^2(t) dt &= b, \\ x_1(0) &= x_2(0) = 0, \quad x_1(t_f) = d, \quad x_2(t_f) = 0, \quad J = t_f \rightarrow \min \end{aligned}$$

2. Найти оптимальное программное управление и оптимальную траекторию в следующей задаче максимального быстродействия

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ |u| &\leq 1, \\ x_1(0) &= x_2(0) = 0, \quad x_1(t_f) = 10, \quad x_2(t_f) = 0, \quad J = t_f \rightarrow \min \end{aligned}$$

3. Найти оптимальное управление с обратной связью в следующей задаче

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= u, \\ x_1(0) &= x_{10}, \quad x_2(0) = x_{20}, \\ J &= \int_0^{\infty} (u^2 + 4x_1^2 + 5x_2^2) dt \rightarrow \min \end{aligned}$$

Тестирование по дисциплине не проводится. Оцениваются самостоятельно сформулированные ответы на контрольные вопросы при выполнении лабораторных работ и при защите курсовой работы

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания формируемых в рамках дисциплины компетенций (элементов компетенций) состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для всего перечня формируемых компетенций (элементов компетенций) дисциплины приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.6).

Таблицы 5.6 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-1 ИПКС-1.3					
Знать: - постановки основных задач оптимального управления и методы их решения	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Промежуточная аттестация
Уметь: - применять методы оптимального управления для решения прикладных задач	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ и ЛБ Отчет и защита КР.
Владеть навыками: - применения современного программного обеспечения для синтеза и моделирования оптимальных систем управления	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ и ЛБ Отчет и защита КР.
ПКС-4 ИПКС-4.3					
Знать: - методы решения задач оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Промежуточная аттестация
Уметь: - применять методы оптимального управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования Р. Беллмана для решения прикладных задач	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ и ЛБ Отчет и защита КР.
Владеть навыками: - применения современным программным обеспечением для синтеза и моделирования оптимальных систем управления на основе классического вариационного исчисления, принципа максимума Л.С. Понтрягина и динамического программирования	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ и ЛБ Отчет и защита КР.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Ким Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-0858-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html> - Режим доступа : по подписке.

6.1.2 Ким, Д. П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Ким Д. П. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 328 с. - ISBN 978-5-9221-0937-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109376.html> - Режим доступа : по подписке

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Поляк Б.Т., Хлебников М.В. Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления: учебное пособие. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 500 с.

6.2.2 Алексеев, В. М. Оптимальное управление / Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 408 с. - ISBN 978-5-9221-0589-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105897.html>) - Режим доступа : по подписке.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Оптимальное управление динамическими системами». Рекомендованы решением кафедры прикладной математики АПИ НГТУ, протокол № 4 от 20.04.2021 г.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». [сайт].-URL: www.iprbookshop.ru/- Режим доступа: по подписке.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

7.1.3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента»: [сайт].-URL: <https://www.studentlibrary.ru/> - Режим доступа: по подписке..

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 MicrosoftOffice

7.2.2 MatLab

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы студентов, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
313 – Лаборатория научно-образовательного центра АПИ НГТУ и ИПУ РАН г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Рабочих мест студента – 19 шт. Ноутбук 17.3" SUS R75VJ – 3 шт. Контактн. Плата – 1 шт. Мультиметр - 1 шт. ОР-140Д ЦАП – 1 шт. Е140 внешний модуль – 1 шт. Лабораторная коробка испытательная сигнальная BNC-2120 – 1 шт. Многоф. уч. плат., /лаборатория/ NI ELVIS – 1 шт. Многоф. уч. плат., /практикум/ NI ELVIS – 1 шт. Отладочный комплект MC-24 EM – 1 шт. Система управл, с вращ, гибк, штанг – 1 шт. Устройство REALL LAB – 1 шт.
320 – Учебная мультимедийная аудитория г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Рабочих мест студента – 14 шт. Компьютеры PC Intel® Core™ i3-10100/256SSD/8RAM - 14 шт.
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету - 5шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/coursei> могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

10.6 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсового проекта / работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика курсовых работ

Синтез и моделирование оптимального по быстродействию управления с обратной связью вращающимся космическим аппаратом

Цели и задачи курсового проектирования.

Целью курсовой работы является приобретение навыков проектирования оптимальных систем управления в условиях близким к реальной инженерной практике, в работе решаются задачи синтеза, анализа и моделирования системы управления.

Выбор темы курсового проектирования.

Параметры и условия функционирования объекта управления задаются преподавателем.

Организация, выполнение и руководство курсовым проектированием.

Для выполнения курсовой работы предоставляется компьютерный класс с необходимым программным обеспечением, по согласованию с расписанием преподаватель назначает время

консультаций.

Структура и содержание курсовой работы. Методические указания по выполнению основных разделов;

Работа должна включать титульный лист, вводную часть, постановку задачи, решение задачи, анализ результатов, заключение, список использованных источников и приложение. Решение задачи должно содержать расчеты и моделирование. Расчеты выполняются с использованием пакета MATLAB, моделирование выполняется в среде MATLAB/SIMULINK, приложение должно содержать программный код.

Требования к оформлению курсовой работы.

Текст оформляется в соответствии с требованиями к написанию научного отчета ГОСТ 7.32-2001, список использованных источников оформляется по ГОСТ 2008.

Порядок сдачи и защиты курсовой работы.

Защита курсовой работы проводится в форме собеседования с преподавателем. Результат защиты оценивается по пятибалльной шкале на основе полученных результатов, соответствия требованиям к оформлению и ответов на вопросы в ходе собеседования.

10.7 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

« ____ » _____ 20__ г. Глебов В.В.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись)(ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)