

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.04 Современная теория управления

(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 180/5

(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 № 01.04.04-14

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).....	7
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	7
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	11
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости.....	11
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.....	13
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
6.1 Основная литература.....	17
6.2 Дополнительная литература.....	17
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы.....	17
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	18
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	18
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа.....	19
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	19
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.....	19
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	20
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса.....	20

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 профессиональному стандарту 40.011 «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок» в рамках обобщенных трудовых функций «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем», «Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний» и изучение основ наиболее активно развивающихся избранных разделов современной теории управления.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- управление с итеративным обучением;
- сетевое управление многоагентными системами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Современная теория управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Физика», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Моделирование в MATLAB», «Методы оптимизации», «Матричные уравнения и неравенства», «Теория графов и математическая логика», «Теория управления» в объеме программы по направлению подготовки бакалавров 01.03.04 «Прикладная математика», «Теория управления», «Функциональный анализ», «Оптимальное управление динамическими системами» в объеме программы по направлению подготовки магистров 01.04.04 «Прикладная математика»

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

Рабочая программа дисциплины «Современная теория управления» 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 «Современная теория управления» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2 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
ПКС-2				
Навигационные системы	✓			
Принципы построения математических моделей	✓			
Моделирование в среде LabView		✓		

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенциюсовместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
Технологическая (проектно-технологическая) практика		✓		
Вычислительная математика		✓		
Нечеткие модели			✓	
Анализ временных рядов			✓	
Средства разработки современного программного обеспечения			✓	
Математические методы защиты информации			✓	
Современная теория управления			✓	
Научно-исследовательская работа			✓	
Стохастическое моделирование			✓	
Научно-исследовательская работа				✓
Научно-производственная практика				✓
Преддипломная 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 «Современная теория управления», 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-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.2. Разрабатывает математические модели объектов, систем, процессов, используя современное программное обеспечение.	Знать: теоретические основы управления с обучением и сетевого управления	Уметь: строить и анализировать математические модели систем управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для моделирования и анализа управления с итеративным обучением и сетевых 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: теоретические основы анализа и синтеза управления с итеративным обучением, теоретические основы решения задач консенсуса и синхронизации в сетевых системах	Уметь: синтезировать алгоритмы управления с итеративным обучением и анализировать их сходимость, синтезировать алгоритмы управления, обеспечивающие консенсус и синхронизацию в сетевых системах и	Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для синтеза и моделирования алгоритмов управления с итеративным обучением и для синтеза и моделирования алгоритмов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
			анализировать их сходимость	управления, обеспечивающих консенсус и синхронизацию в сетевых системах

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 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
		3 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	78	78
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	72	72
занятия лекционного типа (Л)	14	14
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	28	28
лабораторные работы (ЛР)	30	30
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	102	102
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
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.)	66	66
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
3 семестр						
ПКС-2 ИПКС-2.2 ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 1. Управление с итеративным обучением					
	Тема 1.1 Понятие управления с итеративным обучением.	6			10	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1]
	Тема 1.2 Классический алгоритм управления с итеративным обучением					
	Тема 1.3 Построение алгоритмов управления с итеративным обучением на основе расширенных моделей					
	Тема 1.4 Построение алгоритмов управления с					

	итеративным обучением на основе 2D-моделей					
1	2	3	4	5	6	7
	Лабораторная работа №1. Синтез и моделирование управления с итеративным обучением портальным роботом	6	6		10	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.3.1],[6.3.2]
	Итого по 1 разделу	6	6		20	
	Раздел 2. Сетевое управление многоагентными системами					
	Тема 2.1 Базовые понятия и определения многоагентных систем Тема 2.2 Элементы алгебраической теории графов Тема 2.3 Консенсус в многоагентных системах Тема 2.4 Синхронизация многоагентных систем	8			6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1]
	Практическая работа №1. Решение задач по алгебраической теории графов			4	4	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.2.1]
	Практическая работа №2. Решение задач по управлению формацией роботов: анализ качества управления формацией и задача рандеву			8	6	
	Практическая работа №3. Решение задач синхронизации связанных осцилляторов			8	6	
	Практическая работа №4. Решение задач синхронизации механических и электроэнергетических систем			8	6	
	Лабораторная работа №2. Исследование консенсуса в сети с запаздыванием		8		6	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.1], [6.3.1],[6.3.2]
	Лабораторная работа №3. Управление слиянием транспортных потоков		8		6	
	Лабораторная работа №4. Управление относительным положением в формации подвижных объектов		8		6	
	Итого по 2 разделу	8	24	28	46	
	Итого по дисциплине	14	30	28	66	

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. 5.4.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях. Практические и лабораторные занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального практического и лабораторного задания

преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа включает выполнение самостоятельных заданий в форме индивидуальных заданий.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

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

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-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.2. Разрабатывает математические модели объектов, систем, процессов, используя современное программное обеспечение.	Знать: теоретические основы управления с обучением и сетевого управления	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: строить и анализировать математические модели систем управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для моделирования и анализа управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
ПКС-4 Способен проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	ИПКС-4.3. Анализирует и обрабатывает результаты экспериментальных исследований в рамках профессиональной деятельности.	Знать: теоретические основы анализа и синтеза управления с итеративным обучением, теоретические основы решения задач консенсуса и синхронизации в сетевых системах	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		Уметь: синтезировать алгоритмы управления с итеративным обучением и анализировать их сходимость, синтезировать алгоритмы управления, обеспечивающие консенсус и синхронизацию в сетевых системах и анализировать их сходимость	Лабораторные и практические задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные и практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)
		Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для синтеза и моделирования алгоритмов управления с итеративным обучением и для синтеза и моделирования алгоритмов управления, обеспечивающих консенсус и синхронизацию в сетевых системах	Лабораторные и практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные и практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных и практических заданий (см. табл. 4.2)

Таблица 5.2 – 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-2 Способен разрабатывать и исследовать математические модели, объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа подготовки решений	ИПКС-2.2. Разрабатывает математические модели объектов, систем, процессов, используя современное программное обеспечение.	Знать: теоретические основы управления с обучением и сетевого управления	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный 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: строить и анализировать математические модели систем управления с итеративным обучением и сетевых систем управления Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для моделирования и анализа управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Задание не выполнено	Задание выполнено с ошибками	Задание выполнено верно	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: теоретические основы анализа и синтеза управления с итеративным обучением, теоретические основы решения задач консенсуса и синхронизации в сетевых системах	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный 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: синтезировать алгоритмы управления с итеративным обучением и анализировать их сходимость, синтезировать алгоритмы управления, обеспечивающие консенсус и синхронизацию в сетевых системах и анализировать их сходимость Владеть: современным программным обеспечением на базе пакета MATLAB для синтеза и моделирования алгоритмов управления с итеративным обучением и для синтеза и моделирования алгоритмов управления, обеспечивающих консенсус и синхронизацию в сетевых системах	Задание не выполнено	Задание выполнено с ошибками	Задание выполнено верно	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

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 5.2.

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 занятиям

Анализ графа

На рисунке 1 показан ориентированный граф.

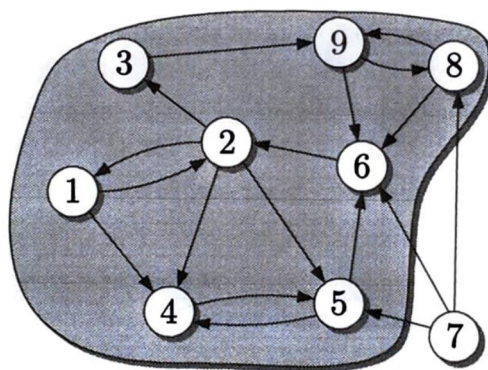


Рисунок 1.

Провести следующий его анализ:

1. Рассмотреть граф без вершины 7 и проверить, является ли граф сильно связным. Если это не так, введите новые ребра, чтобы сделать граф сильно связным.
2. Построить матрицу Лапласа L графа без вершины 7 и определить спектр L . Что можно сказать о графе на основе этого спектра?
3. Построить матрицу Лапласа для графа, включающего вершину 7. Как изменится спектр матрицы Лапласа и что это изменение означает для графа?

Консенсус в сетевых системах, которые не сильно связаны

Исследовать консенсус агентов, которые не сильно связаны, как показано на рисунке 2. Какой консенсус достигается в этих ситуациях?

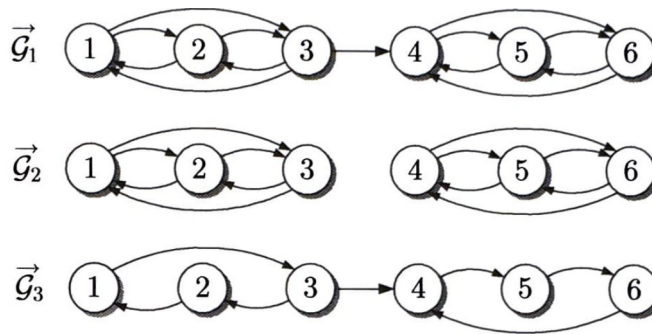


Рисунок 2.

Рассмотреть поведение трех систем, сначала проанализировав матрицу Лапласа, а затем построить траектории агентов для случайных начальных состояний.

Каково обобщение результатов на графы с произвольным числом компонент сильной связности q ? Что произойдет, если общая система не будет иметь остова дерева?

Синхронизация агентов в виде двойных интеграторов

Стандартным примером, который иллюстрирует асимптотическую синхронизацию, является двойной интегратор, которым описываются, например, движущиеся без трения объекты, такие как частицы, транспортные средства или роботы, с ускорением в качестве входных данных и положением в качестве выходных данных:

$$\begin{aligned} \ddot{\mathbf{x}}_i(t) &= \begin{bmatrix} \ddot{e}_0 \\ \ddot{e}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \dot{u}_i(t) + \begin{bmatrix} \dot{e}_0 \\ \dot{e}_1 \end{bmatrix} \dot{u}_i(t), \\ y_i(t) &= [1 \ 0] x_i(t), \end{aligned}$$

Позиции $y_i(t)$ должны быть синхронизированы. Проверьте синхронизируемость агентов.

Если измеряются положение и скорость ($y_i(t) = \begin{bmatrix} x_i(t) \\ \dot{x}_i(t) \end{bmatrix}$), двойные интеграторы синхронизируются. Выберите соответствующий коэффициент обратной связи и постройте график синхронизации агентов двойного интегратора с полными связями.

Типовые задания для лабораторных работ

1. Синтез и моделирование управления с итеративным обучением движением по боковой оси портального робота

Портальный робот в повторяющемся режиме захватывает предметы из заданной области и устанавливает их на подвижный конвейер. Желаемая траектория движения звена робота, осуществляющего захват и перемещение предметов по горизонтальной оси, перпендикулярной направлению движения конвейера представлена на рисунке 1.

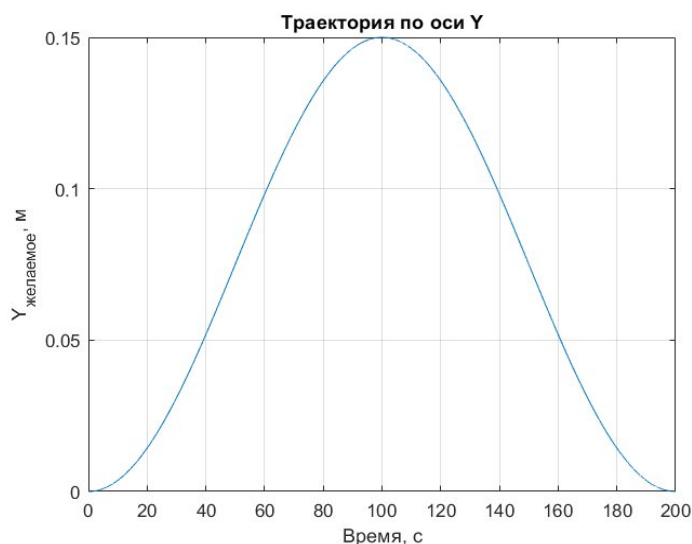


Рисунок 1 – Желаемая траектория

Передаточная функция от управления к перемещению имеет вид:

$$G_y(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{23.7356(s + 661.2)}{s(s^2 + 426.7s + 1.744e + 5)} \quad (1)$$

Построить управление с итеративным обучением в рамках дискретной модели состояния с периодом дискретизации по времени $T_s = 0.01$ сек.

2. Управление относительным положением в формации подвижных объектов.

Построить сетевое управление группой из трёх одинаковых летательных аппаратов, стабилизирующее их отклонение от траектории полета и провести его моделирование. Все летательные аппараты связаны между собой и обмениваются информацией друг с другом.

Стабилизация происходит по каналам крена и тангажа.

Канал крена

Движение отдельного самолета по углу крена описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{Dw}_x = -a_{mx}^{wx} Dw_x + a_{mx}^{d\phi} Dd_\phi \\ \dot{D\phi} = Dw_x \end{cases} \quad (1)$$

где Dw_x – отклонение угловой скорости крена, $D\phi$ – отклонение угла крена, Dd_ϕ – отклонение элеронов.

Каждому летательному аппарату доступны собственный угол крена и угловые скорости соседей.

Канал тангажа

Движение отдельного самолета по углу тангажа описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \dot{Dq} + a_y^a Da = 0 \\ \dot{Dw}_z + a_{mz}^a Da + a_{mz}^{wz} Dw_z = a_{mz}^{d\delta} Dd_\delta \\ \dot{D\delta} = Dw_z \\ \dot{Da} = DJ - Dq \end{cases} \quad (2)$$

где Dw_z – отклонение угловой скорости тангажа, DJ – отклонение угла тангажа, Dq – приращение угла наклона траектории, Da – приращение угла атаки, Dd_δ – отклонение руля высоты.

Каждому летательному аппарату доступны собственный угол тангажа и угловые скорости соседей.

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

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. Понятие управления с итеративным обучением
2. Классические алгоритмы управления с итеративным обучением. Алгоритм Аримото
3. Синтез алгоритмов управления с итеративным обучением на основе расширенных моделей
4. Построение 2D-моделей управления с итеративным обучением в форме повторяющихся процессов

5. Анализ устойчивости повторяющихся процессов на основе векторных функций Ляпунова
6. Синтез алгоритмов управления с итеративным обучением на основе теории устойчивости 2D-моделей
7. Направленные и ненаправленные графы
8. Матричное представление графов: матрицы смежности и инцидентности. Матрица Лапласа.
9. Анализ графов: алгебраическая связность, анализ достижимости, структурные матрицы, графы, связанные с матрицами
10. Задача консенсуса в многоагентных системах
11. Сходимость в задаче консенсуса
12. Полностью связанные системы в задаче консенсуса
13. Сети типа ведущих-ведомые
14. Управление формацией
15. Задача синхронизации
16. Асимптотическая синхронизация идентичных агентов
17. Синхронизация по выходу и по состоянию
18. Условия синхронизации
19. Синхронизация в полных сетях
20. Понятие синхронизируемости
21. Необходимое условие синхронизируемости
22. Синхронизируемость сетей
23. Синхронизация многоагентных систем с помощью динамических локальных регуляторов

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. 5.4).

Таблицы 5.4 – 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-2 ИПКС-2.2					
Знать: теоретические основы управления с обучением и сетевого управления	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: строить и анализировать математические модели систем управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Не демонстрирует умения	Неуверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ и ЛБ
Владеть навыками: применения современногопрограммного обеспечения на базе пакета MATLAB для моделирования и анализа управления с итеративным обучением и сетевых систем управления	Не демонстрирует навыки	Неуверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ и ЛБ
ПКС-4 ИПКС-4.3					
Знать: теоретические основы анализа и синтеза управления с итеративным обучением, теоретические основы решения задач консенсуса и синхронизации в сетевых системах	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: синтезировать алгоритмы управления с итеративным обучением и анализировать их сходимость, синтезировать алгоритмы управления, обеспечивающие консенсус и синхронизацию в сетевых системах и анализировать их сходимость	Не демонстрирует умения	Неуверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ и ЛБ

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»	
Владеть навыками: применения современного программного обеспечения на базе пакета MATLAB для синтеза и моделирования алгоритмов управления с итеративным обучением и для синтеза и моделирования алгоритмов управления, обеспечивающих консенсус и синхронизацию в сетевых системах	Не демонстрирует навыки	Неуверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ и ЛБ

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: ЛЕНАНД, 2019.

6.2 Дополнительная литература

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

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Теория управления». Рекомендованы решением кафедры прикладной математики АПИ НГТУ, протокол № 4 от 29.042021 г.

6.3.2 Емельянова Ю.П., Пакшин П.В. Матричные уравнения и неравенства в задачах теории управления: учеб. пособие / Ю.П. Емельянова, П.В. Пакшин; Нижегород. гос. техн. ун-тим. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 125 с.

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 MicrofoftOffice

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 (модулю), 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 обучающихся, 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/course> и 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 (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

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 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)