

**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.  
« 22 » июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Математические модели неопределенных систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

(код и направление подготовки)

Направленность Математическое и программное обеспечение систем обработки информации

(наименование профиля, программы магистратуры)

и управления

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2021

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  
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 января 2018 № 11 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 22.06.2021 № 5/1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Пакшин П.В.  
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,  
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 01.03.04 - 35

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 .....	14
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости .....	14
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 .....	19
6.1 Основная литература .....	19
6.2 Дополнительная литература .....	19
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы .....	19
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .	21
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	21
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа .....	21
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	21
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	22
10.5 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы.....	22
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	23

## 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 обобщенной трудовой функции «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы» и изучение теории и методов оценивания переменных состояния и фильтрации линейных систем с информационными неопределенностями.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- Оценивание состояния линейных детерминированных систем с непрерывным и дискретным временем
- Рекуррентное оценивание состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой (фильтрация) линейных стохастических систем

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Математические модели неопределенных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах программы подготовки бакалавров: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Моделирование в MATLAB», «Методы оптимизации», «Матричные уравнения и неравенства», «Теория управления»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теоретические основы инерциальной навигации», «Теория управления», «Теория навигационных систем», «Преддипломная практика» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математические модели неопределенных систем» 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 «Математические модели неопределенных систем» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-4 в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции/ наименование дисциплин, формирующих компетенциюсовместно	Семестры формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-4</b>								
Математическиеметоды в экономике						✓		
Математическиемоделинеопределенныхсистем							✓	
Теориянавигационныхсистем								✓
Преддипломная практика								✓
Выполнение и защита ВКР								✓

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Математические модели неопределенных систем», 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-4 Способен выполнять анализ и обработку решений в конкретных предметных областях	ИПКС-4.1. Изучает современные методы анализа и обработки решений профессиональных задач.	<b>Знать:</b> методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Методы рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	<b>Уметь:</b> строить алгоритмы оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования алгоритмов оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем
	ИПКС-4.2. Применяет полученные знания для анализа объекта исследования, определяет цели и задачи исследования, выбирает методы исследования.	<b>Знать:</b> теорию и методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Теорию фильтрации Калмана для дискретных систем. Теорию фильтрации Калмана-Бьюси для непрерывных систем	<b>Уметь:</b> строить наблюдатели полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтры Калмана и Калмана-Бьюси для стохастических систем	<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования наблюдателей полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтров Калмана и Калмана-Бьюси для стохастических систем

## 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
		7 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
занятия лекционного типа (Л)	24	24
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)		
лабораторные работы (ЛР)	32	32
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	2	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>116</b>	<b>116</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36	36
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
<b>7 семестр</b>						
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>Раздел 1. Наблюдаемость и наблюдение вектора состояния</b>					
	Тема 1.1 Постановка задачи наблюдения. Тема 1.2 Наблюдаемость непрерывных систем. Критерии наблюдаемости непрерывных систем. Алгоритмы наблюдения непрерывной системы на основе матрицы наблюдаемости первого рода Тема 1.3 Наблюдаемость дискретных систем. Критерии наблюдаемости дискретных систем. Алгоритмы наблюдения дискретной системы на основе матрицы наблюдаемости первого рода	4			4	проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий [6.1.1, 6.1.2], [6.2.1]

1	2	3	4	5	6	7
	Лабораторная работа №1. Синтез и моделирование наблюдателя полного порядка		4		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
	Лабораторная работа №2. Синтез и моделирование наблюдателя пониженного порядка		4		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
	Лабораторная работа №3. Сравнительный анализ наблюдателей полного и пониженного порядка		4		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>4</b>	<b>12</b>		<b>10</b>	
<b>Раздел 2. Оптимальная фильтрация линейных дискретных систем</b>						
	Тема 2.1 Метод наименьших квадратов. Метод минимизации среднеквадратической ошибки. Дискретный аналог уравнения Винера-Хопфа Тема 2.2 Алгоритм рекуррентного гауссовско-марковского оценивания. Тема 2.3 Алгоритм рекуррентного оценивания с минимальной среднеквадратической ошибкой. Тема 2.4 Фильтр Калмана. Применение фильтра Калмана для решения задачи прогноза (экстраполяции)	8			6	проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий [6.1.1, 6.1.2], [6.2.1]
	Лабораторная работа №4. Расчет и моделирование фильтра Калмана средствами пакета MATLAB		4		2	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
	Лабораторная работа №5. Применение фильтра Калмана для оценивания состояния летательного аппарата при полете в турбулентной атмосфере		4		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
<b>Итого по 2 разделу</b>		<b>8</b>	<b>8</b>		<b>12</b>	
<b>Раздел 3. Оптимальная фильтрация линейных непрерывных систем</b>						
	Тема 3.1 Постановка задачи фильтрации для систем с непрерывным временем. Матричное уравнение Винера-Хопфа. Тема 3.2 Решение задачи фильтрации для систем с непрерывным временем. Фильтр Калмана-Бьюси. Применение фильтра Калмана-Бьюси для решения задачи прогноза (экстраполяции)	8			7	проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий [6.1.1, 6.1.2], [6.2.1]
	Лабораторная работа №6. Расчет и моделирование фильтра Калмана-Бьюси		4		4	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
<b>Итого по 3 разделу</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>N</b>	<b>11</b>	
<b>Раздел 4. Оценивание и фильтрация в контуре управления</b>						
	Тема 4.1 Наблюдающее устройство в контуре управления и алгебраическое разделение Тема 4.2 Фильтр в контуре управления и стохастическое разделение	4			3	проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий [6.1.1, 6.1.2], [6.2.1]

1	2	3	4	5	6	7
	Лабораторная работа №7. Применение фильтра Калмана в контуре стабилизации летательного аппарата при полете в турбулентной атмосфере		8		8	Подготовка к лабораторным занятиям [6.3.1, 6.1.2]
	<b>Итого по 4 разделу</b>	4	8		11	
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	<b>КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)</b>				36	Подготовка к выполнению и сдаче КР [6.3.1]
<b>Итого за семестр</b>		24	32		80	
<b>Итого по дисциплине</b>		24	32		80	

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
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 занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального лабораторного 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-4 Способен выполнять анализ и обработку решений в конкретных предметных областях	ИПКС-4.1. Изучает современные методы анализа и обработки решений профессиональных задач.	<b>Знать:</b> методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Методы рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		<b>Уметь:</b> строить алгоритмы оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Лабораторные задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных заданий (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования алгоритмов оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Лабораторные задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных заданий (см. табл. 4.2)
	ИПКС-4.2. Применяет полученные знания для анализа объекта исследования, определяет цели и задачи исследования, выбирает методы исследования.	<b>Знать:</b> теорию и методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Теорию фильтрации Калмана для дискретных систем. Теорию фильтрации Калмана-Бьюси для непрерывных систем	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		<b>Уметь:</b> строить наблюдатели полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтры Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем	Лабораторные задания не выполнены или выполнены частично.	Лабораторные задания выполнены полностью.	Контроль выполнения лабораторных заданий (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования наблюдателей полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтров Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем	Лабораторные задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Лабораторные задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения лабораторных заданий (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-4 Способен выполнять анализ и обработку решений в конкретных предметных областях	ИПКС-4.1. Изучает современные методы анализа и обработки решений профессиональных задач.	<b>Знать:</b> методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Методы рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	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 Небольшое 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	
		<b>Уметь:</b> строить алгоритмы оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	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
		<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования алгоритмов оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	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		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
	ИПКС-4.2. Применяет полученные знания для анализа объекта исследования, определяет цели и задачи исследования, выбирает методы исследования.	<p><b>Знать:</b> теорию и методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Теорию фильтрации Калмана для дискретных систем. Теорию фильтрации Калмана-Бьюси для непрерывных систем</p>	<p>Очень слабое понимание теоретического материала Содержание в целом не соответствует заданию Большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы отсутствуют</p>	<p>Слабое понимание теоретического материала Содержание частично не соответствует заданию Не большое количество нарушений в логике изложения материала Ответы на вопросы неполные</p>	<p>Глубокие знания теоретического материала Содержание соответствует заданию Структура работы логически и методически выдержана Развернутые ответы на вопросы</p>	<p>Контроль выполнения курсовой работы Ответы на теоретические вопросы</p>
		<p><b>Уметь:</b> строить наблюдатели полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтры Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем</p>	<p>Анализ задания не выполнен Задание не выполнено Полученные результаты не соответствуют требованиям задания Оформление не соответствует требованиям</p>	<p>Анализ задания выполнен Задание выполнено частично Полученные результаты не полностью соответствуют требованиям задания Оформление не полностью соответствует требованиям</p>	<p>Анализ задания выполнен Задание полностью выполнено Полученные результаты соответствуют требованиям задания Оформление полностью соответствует требованиям</p>	<p>Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы</p>
		<p><b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования наблюдателей полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтров Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем</p>	<p>Не владеет методами решения задач Отсутствует способность анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют</p>	<p>Владеет основными методами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения отсутствуют</p>	<p>Владеет методами и способами решения задач Умеет анализировать решение задачи Выводы и предложения убедительно аргументированы</p>	<p>Консультации по курсовой работе Контроль выполнения курсовой работы</p>

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-4 Способен выполнять анализ и обработку решений в конкретных предметных областях	ИПКС-4.1. Изучает современные методы анализа и обработки решений профессиональных задач.	<b>Знать:</b> методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Методы рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
		<b>Уметь:</b> строить алгоритмы оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
	<b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования алгоритмов оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Задание не выполнено	Задание выполнено с ошибками	Задание выполнено	Решение задач билета	
	ИПКС-4.2. Применяет полученные знания для анализа объекта исследования, определяет цели и задачи исследования, выбирает методы исследования.	<b>Знать:</b> теорию и методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Теорию фильтрации Калмана для дискретных систем. Теорию фильтрации Калмана-Бьюси для непрерывных систем	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 не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
		<p><b>Уметь:</b> строить наблюдатели полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтры Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем</p> <p><b>Владеть:</b> современным программным обеспечением для создания и моделирования наблюдателей полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтров Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем</p>	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 для лабораторных работ

##### 1. Синтез и моделирование наблюдателя полного порядка

Оценить состояние системы, представляющей собой последовательное соединение колебательного и интегрирующего звеньев на основе наблюдателя полного порядка

Система описывается следующим дифференциальным уравнением

$$s(T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1)y = Ku,$$

где  $T=0.1$ с.,  $\xi=0.2$ ,  $K=1$ .

В качестве характеристического полинома наблюдателя рассмотреть:

- полином Баттерворта (стандартную форму Баттерворта);
- полином в стандартной форме, доставляющей минимум интегралу квадрата ошибки.

Сравнить скорости сходимости ошибки оценивания в полученных наблюдателях.

## 2.Оценивание состояния углового движения летательного аппарата при полете в турбулентной атмосфере.

Продольное короткопериодическое движение летательного аппарата в турбулентной атмосфере описывается уравнениями

$$\begin{cases} \Delta \dot{\mathcal{G}} = \Delta \omega_z, \\ \Delta \dot{\omega}_z = -a_{mz}^{\alpha} (\Delta \mathcal{G} - \Delta \theta + \Delta \alpha_B) - a_{mz}^{\omega z} \Delta \omega_z + a_{mz}^{\delta B} \Delta \delta_B, \\ \Delta \dot{\theta} = -a_y^{\alpha} (\Delta \mathcal{G} - \Delta \theta + \Delta \alpha_B), \end{cases}$$

где  $\mathcal{G}$  - угол тангажа,  $\omega_z$  - угловая скорость тангажа,  $\theta$  - угол наклона траектории  $\Delta \alpha_B$  - приращение угла атаки, вызванное ветром. Для относительно малых скоростей ветра можно принять, что  $\Delta \alpha_B = U_y / V$ , где  $V$  – скорость полета,  $U_y$  - компонента скорости турбулентного ветра, которая описывается уравнениями

$$\begin{cases} \dot{U}'_y = -\frac{V}{L} U'_y + (\sqrt{3} - 1) \sqrt{\frac{V}{L}} \xi_y, \\ \dot{U}_y = -\frac{V}{L} U_y - \frac{V}{L} U'_y + \sqrt{\frac{3V}{L}} \xi_y, \end{cases}$$

где  $\xi_y = \xi_y(t)$  - белый шум. Угол и угловая скорость тангажа измеряются с шумами, которые в масштабе рассматриваемой системы можно считать белыми.

Построить фильтр Калмана для оценки переменных состояния и провести моделирование системы при различных значениях масштаба турбулентности  $L$ .

### 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 курсового проекта / работы.

Тема курсовой работы – «Синтез и моделирование системы стабилизации летательного аппарата при полете в турбулентной атмосфере».

Курсовая работа по дисциплине «Математические модели неопределенных систем» 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).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 к защите курсового проекта / работы

Используются выборочные вопросы из перечня для подготовки к экзамену

#### Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1. Наблюдение вектора состояния детерминированной линейной системы с непрерывным временем.
2. Наблюдатель полного порядка
3. Наблюдатель пониженного порядка
4. Наблюдаемость линейных систем с непрерывным временем. Критерии наблюдаемости.
5. Алгоритм наблюдения непрерывной системы на основе матрицы наблюдаемости первого рода
6. Наблюдение в дискретном времени
7. Алгоритм наблюдения дискретной системы на основе матрицы наблюдаемости первого рода
8. Метод наименьших квадратов
9. Алгоритм рекуррентного гауссовского оценивания
10. Метод минимизации среднеквадратической ошибки
11. Аналог уравнения Винера-Хопфа и гауссовско-марковская оценка
12. Оптимальный фильтр Калмана в дискретном времени

13. Применение фильтра Калмана для решения задачи прогноза (экстраполяции)
14. Постановка задачи фильтрации для систем с непрерывным временем. Матричное уравнение Винера-Хопфа.
15. Решение задачи фильтрации для систем с непрерывным временем. Фильтр Калмана-Бьюси.
16. Применение фильтра Калмана-Бьюси для решения задачи прогноза (экстраполяции)
17. Наблюдающее устройство в контуре управления и алгебраическое разделение
18. Постановка задачи о линейном стохастическом оптимальном регуляторе
19. Фильтр Калмана в контуре управления. Стохастический принцип разделения.

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).



Таблица 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»	
<b>ПКС-4</b> <b>ИПКС-4.1</b>					
<b>Знать:</b> Методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Методы рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	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
<b>Уметь:</b> строить алгоритмы оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ Отчет по лабораторным работам и защита лабораторных работ
<b>Владеть навыками:</b> применения современного программного обеспечением для создания и моделирования алгоритмов оценивания состояния линейных детерминированных систем и рекуррентного оценивания состояния с минимальной среднеквадратической ошибкой линейных стохастических систем	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение лабораторных работ Отчет по лабораторным работам и защита лабораторных работ
<b>ПКС-4</b> <b>ИПКС-4.2</b>					
<b>Знать:</b> Теорию и методы оценивания состояния линейных детерминированных систем. Теорию фильтрации Калмана для дискретных систем. Теорию фильтрации Калмана-Бьюси для непрерывных систем	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
<b>Уметь:</b> строить наблюдатели полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтры Калмана и Калмана- Бьюси для стохастических систем ..... - .....	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение лабораторных работ Отчет по лабораторным работам и защита лабораторных работ

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»	
<b>Владеть навыками:</b> применения современного программного обеспечения для создания и моделирования наблюдателей полного и пониженного порядка для детерминированных систем, фильтров Калмана и Калмана-Бьюси для стохастических систем	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение лабораторных работ Отчет по лабораторным работам и защита лабораторных работ

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Основная литература**

6.1.1 Емельянова Ю.П., Пакшин П.В. Математические модели неопределенных систем: учеб.пособие / Ю.П. Емельянова, П.В. Пакшин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 113 с.

6.1.2 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.

### **6.2 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.

### **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.3.1 Емельянова Ю.П., Пакшин П.В. Математические модели неопределенных систем: учеб.пособие / Ю.П. Емельянова, П.В. Пакшин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 113 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/](http://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**

7.2.2 Лицензионное программное обеспечение - пакет Matlab

7.2.3 Свободно распространяемое программное обеспечение - пакет YALMIP, решатель SeDuMi

## **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 <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
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
<b>313</b> – 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.
<b>316</b> - 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.
<b>320</b> – Учебная мультимедийная аудитория г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Рабочих мест студента – 14 шт. Компьютеры PCIntel® Core™ i3-10100/256SSD/8RAM - 14 шт.

## **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 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.

#### **10.5 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.

**Синтез и моделирование системы стабилизации летательного аппарата при полете в турбулентной атмосфере**

##### **Цели и задачи курсового проектирования.**

Целью курсовой работы является приобретение навыков проектирования систем управления при неполной информации о состоянии в условиях случайных возмущений и шумов измерений с использованием фильтра Калмана в контуре обратной связи; 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 программных приложений YALMIP и SeDuM 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.

## **10.6 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](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](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](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](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:

Глебов В.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

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)