

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая обработка информации

Кафедра прикладной математики факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы:
Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины "Цифровая обработка информации" составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика от «10» 01 2018 г. № 9.

Разработчики:

кафедра прикладной математики, Кадиев Р.И., д.ф.-м. н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «22» июня 2021 г., протокол № 10

зав. кафедрой Кадиев Р.И. Кадиев Р.И.;

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от « » 2021 г., протокол №

Председатель Бейбалаев И.Д. Бейбалаев И.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021 г. _____

(подпись)

/Начальник УМУ Гасангаджиева А.Г. Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Цифровая обработка информации» входит в *обязательную* часть образовательной программы *магистратуры* по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием методологии научных исследований, сущность которой состоит в замене исходного объекта - информационно-телекоммуникационной системы – его математической моделью и ее анализе на базе современного аппарата дискретного моделирования с использованием теории дискретного гармонического анализа и компьютерных технологий обработки информации.

При изучении дисциплины «Цифровая обработка информации» студенты должны иметь теоретическую подготовку по информатике и основным разделам математического анализа. Студенты также должны обладать практическими навыками работы на компьютере.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных –ОПК-2, профессиональных – ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума и итоговый контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
3	144	14	26				104	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Цифровая обработка информации» заключается в изложении математических основ теории обработки сигналов и изображений. Дается изложение теории преобразования Фурье, теории Z-преобразования. В рамках данных теорий излагаются вопросы фильтрации сигналов и изображений. Задачей дисциплины является формирование у магистров понимания возможностей компьютерных технологий при хранении и обработке информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Цифровая обработка информации» входит в обязательную часть образовательной программы *магистратуры* по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Цифровая обработка информации» вводится после изучения дисциплин алгебра, информатика, математический анализ, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2. Способен совершенствоваться и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Владеет навыками использования математического аппарата и системы программирования для решения прикладных задач.	Знает: математический аппарата и языки программирования. Умеет: применять математические методы и языки программирования для решения прикладных задач.. Владеет: математическими методами и средствами программирования при исследования задач прикладной направленности.	Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа

	ОПК-2.2. Умеет решать различные прикладные задачи, используя существующие математические методы и системы программирования	Знает: математический аппарата и языки программирования. Умеет: применять математические методы и языки программирования для решения прикладных задач.. Владеет: математическими методами и средствами программирования при исследования задач прикладной направленности.	Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа
	ОПК-2.3. Имеет практический опыт исследований прикладных задач	Знает: математический аппарата и языки программирования. Умеет: применять математические методы и языки программирования для решения прикладных задач.. Владеет: математическими методами и средствами программирования при исследования задач прикладной направленности.	Конспектирование и проработка лекционного материала. Участие в лабораторных занятиях. Самостоятельная работа
ПК-4. Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической	ПК-4.1. Знает принципы построения совершенствования и применения современного математического аппарата.	Знает: современный математический аппарат. Умеет: решать конкретные научные задачи в рамках соответствующей методики. Владеет: практическим опытом использования современных информационных технологий.	Наблюдение и участие в выполнении упражнений на лабораторных занятиях, самостоятельное и коллективное решение примеров на составление программ. Конспектирование лекций и изучение решенных примеров. Лабораторные и самостоятельные занятия. Ознакомление с разработанными преподавателями

деятельности			кафедры программами для ЭВМ, зарегистрированными в Реестре РФ. Устный опрос
	<p>ПК-4.2. Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой.</p>	<p>Знает: современный математический аппарат.</p> <p>Умеет: решать конкретные научные задачи в рамках соответствующей методики.</p> <p>Владеет: практическим опытом использования современных информационных технологий.</p>	<p>Наблюдение и участие в выполнении упражнений на лабораторных занятиях, самостоятельное и коллективное решение примеров на составление программ. Конспектирование лекций и изучение решенных примеров. Лабораторные и самостоятельные занятия. Ознакомление с разработанными преподавателями кафедры программами для ЭВМ, зарегистрированными в Реестре РФ. Устный опрос</p>

	<p>ПК-4.3. Имеет практический опыт использования математического аппарата, международных и профессиональные стандартов в области информационных технологий</p>	<p>Знает: современный математический аппарат.</p> <p>Умеет: решать конкретные научные задачи в рамках соответствующей методики.</p> <p>Владеет: практическим опытом использования современных информационных технологий.</p>	<p>Наблюдение и участие в выполнении упражнений на лабораторных занятиях, самостоятельное и коллективное решение примеров на составление программ. Конспектирование лекций и изучение решенных примеров. Лабораторные и самостоятельные занятия. Ознакомление с разработанными преподавателями кафедры программами для ЭВМ, зарегистрированными в Реестре РФ. Устный опрос</p>
--	---	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	<p><i>Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)</i></p> <p><i>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</i></p>
---	-------------------	---------	-----------------	--	--

				Лекц	Лабо	Сам. раб	Общ.	
Модуль 1. Восстановление дискретного сигнала								
1	Цифровая обработка сигналов. Основные понятия	В	1	2	2	4	8	Формы текущего контроля: лабораторной работы
2	Преобразование Фурье	В	2	2	2	6	10	Устный опрос
3.	Обобщенные функции. Преобразование Фурье от обобщенных функций	В	5	2	2	4	8	Доклад
4.	Дискретное преобразование Фурье.	В	3-4		2	8	10	Доклад
	<i>Итого по 1 модулю</i>			6	8	22	36	
Модуль 2. Цифровые фильтры								
5.	Линейные инвариантные системы. Цифровые фильтры. Основные понятия.	В	6-7	2	2	10	14	Доклад
6.	Z-преобразование. Фильтры первого порядка.	В	8-9	2	2	10	14	Доклад. Устный опрос
7.	Фильтры второго и высших порядков.	В	10		2	6	8	Доклад

								Устный опрос
	<i>Итого по 2 модулю</i>			4	6	26	36	
Модуль 3. Wavelet-преобразование. Wavelet-фильтры.								
8.	Осциллятор. FIR фильтры.	В	11-12	2	2	10	14	Коллоквиум
9.	Wavelet-преобразование.	В	13-14	2	2	8	12	Доклад
10.	Wavelet-фильтры.	В	15-16		2	8	10	Устный опрос. Доклад. Лабораторная работа
	<i>Итого по 3 модулю</i>			4	6	26	36	
Модуль 4. Подготовка к экзамену								Экзамен
	ИТОГО:			14	26	78	144	Экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий дисциплины

Модуль 1. Восстановление дискретного сигнала

Тема 1. Цифровая обработка сигналов. Основные понятия

Постановка задачи дисциплины цифровая обработка изображения. Применение преобразование Фурье при цифровой обработке сигналов.

Тема 2. Преобразование Фурье.

Характеристики исходного сигнала. Преобразование Фурье. Преобразование Фурье от функции, задающий сигнал.

Тема 3. Обобщенные функции. Преобразование Фурье от обобщенных функций.

Вспомогательные утверждения. Обобщенные функции. Преобразование Фурье от обобщенных функций. Примеры отыскания преобразование Фурье от обобщенных функций.

4.3.1. Содержание лабораторных занятий дисциплины

Модуль 1. Восстановление дискретного сигнала

Тема 1. Цифровая обработка сигналов. Основные понятия

Постановка задачи дисциплины цифровая обработка изображения. Применение преобразование Фурье при цифровой обработке сигналов.

Тема 2. Преобразование Фурье .

Характеристики исходного сигнала. Преобразование Фурье. Преобразование Фурье от функции, задающий сигнал.

Тема 3. Обобщенные функции. Преобразование Фурье от обобщенных функций.

Вспомогательные утверждения. Обобщенные функции. Преобразование Фурье от обобщенных функций. Примеры отыскания преобразование Фурье от обобщенных функций.

Тема 4. Дискретное преобразование Фурье.

Преобразование Фурье от последовательности. Связь между дискретным и непрерывным преобразованиями Фурье. Теорема Котельникова-Шеннона

Тема 5. Дискретное преобразование Фурье.

Свойства дискретного преобразования Фурье. Формула обращения. Примеры вычисления дискретного преобразования Фурье от дискретных функций.

Модуль 2. Цифровые фильтры.

Тема 6. Линейные инвариантные системы. Цифровые фильтры.

Основные понятия.

Линейные инвариантные системы. Примеры линейных инвариантных систем.

Тема 7. Линейные инвариантные системы. Цифровые фильтры.

Основные понятия.

Физически реализуемые системы. Устойчивые системы. Рекуррентные системы. Фильтры. Фильтры с конечным временем. Фильтры с бесконечным временем.

Тема 8. Z-преобразование. Фильтры первого порядка.

Определение Z -преобразования. Свойства Z -преобразования. Примеры вычисления Z -преобразования последовательности.

Тема 9. Z -преобразование. Фильтры первого порядка.

Идеальный фильтр. Общий вид фильтра первого порядка. Устойчивость фильтра первого порядка.

Тема 10. Фильтры второго и высших порядков.

Определение фильтра второго порядка. Устойчивость фильтра второго порядка.

Тема 11. Фильтры второго и высших порядков.

Реализация фильтров любого порядка с помощью фильтров первого и второго порядка. Фильтры Баттеруорта. Отыскание параметров фильтров. Определение фильтра второго порядка. Устойчивость фильтра второго порядка.

Модуль 3. Wavelet-преобразование. Wavelet-фильтры.

Тема 12. Осциллятор. FIR фильтры.

Полосовой фильтр на основе фильтра низких частот. Фильтр как осциллятор. Фазовый сдвиг сигнала в результате фильтрации.

Тема 13. Осциллятор. FIR фильтры.

Фильтры с конечным временем отклика. Проектирование FIR фильтров. Сглаживающие окна.

Тема 14. Wavelet-преобразование.

Непрерывное Wavelet-преобразование и его свойства. Дискретное Wavelet-преобразование и его свойства.

Тема 15. Wavelet-преобразование.

Связь между непрерывным и дискретным Wavelet-преобразованием. Шкалирование. Примеры шкалирующей функции.

Тема 16. Wavelet-фильтры.

Детализация сигнала. Wavelet-фильтрация.

Тема 17. Wavelet-фильтры.

Детализация сигнала. Wavelet-фильтрация. Вычисление коэффициентов разложения.

Тема 18. Wavelet-фильтры.

Компьютерная обработка сигнала. Быстрые схемы дискретного преобразования сигналов.

5. Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины используются активные и интерактивные формы проведения занятий: самостоятельный подбор материала по поставленным преподавателем темам, работа с тематическими слайдами и тестовыми заданиями на компьютере и др. Предусматривается применение современных обучающих технологий, электронных учебно-методических комплексов и электронных учебников, а также компьютерная презентационная техника. Для этого на факультете математики и компьютерных наук имеются специальные, оснащенные такой техникой классы лекционных аудиторий. При кафедре прикладной математики функционирует студенческая научно – исследовательская лаборатория «Математическое моделирование», оснащенное 5 новыми ПК, презентационной и другой оргтехникой.

При проведении занятий кроме указанных средств используются также интернет ресурсы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы .

В процессе самостоятельной работы над каждой темой студентом должны осуществляться следующие виды деятельности:

- Проработка учебного материала по конспектам лекций, основной и рекомендуемой учебной литературе.
- Работа над домашними заданиями
- Работа над вопросами и заданиями для самоподготовки, представленными.
- Написание рефератов.
- Работа с тестами.
- Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации.

6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Тематика рефератов для самостоятельной работы студентов.

- 1. Цифровая обработка сигналов. Основные понятия*
- 2. Преобразование Фурье.*

3. Преобразование Фурье от обобщенных функций.
4. Дискретное преобразование Фурье.
6. Линейные инвариантные системы. Цифровые фильтры.
7. Wavelet-преобразование.
8. Wavelet-фильтры.

Задания для проверочной работы, самостоятельной работы, домашние задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы [1]-[3].

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Типовые контрольные задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы [1]-[3], и аналогичны представленной контрольной работе:

Контрольная работа

1. Пусть функции $f(x)$ и $g(x)$ имеют преобразование Фурье $F(\omega)$ и $G(\omega)$ соответственно. Найти преобразование Фурье для произведения этих функций.
2. Показать инвариантность следующих систем преобразующих $x(n)$ в $y(n)$:
 - а) точечные системы: $y(n) = T(x(n)) = f(x(n))$, где произвольная функция;
 - б) $y(n) = \sum_{k=1}^M x(n-k)$ для произвольного фиксированного M .

Вопросы к экзамену.

1. Постановка задачи дисциплины цифровая обработка информации.
2. Преобразование Фурье и его свойства.
3. Обобщенные функции. примеры обобщенных функций
4. Преобразование Фурье и обобщенные функция.
5. Пример отыскания обобщенной функции.
6. Преобразование Фурье от последовательности.
7. Дискретное преобразование Фурье.
8. Линейные инвариантные системы.
9. Цифровые фильтры . Основные понятия.

10. Рекуррентные системы.
11. Фильтры с конечным временем отклика.
12. Фильтры с бесконечным временем отклика.
13. Z-преобразование.
14. Фильтры первого порядка.
15. Фильтры второго и высоких порядков.
16. Осциллятор.
17. FIR фильтры.
18. Wavelet-преобразование.
19. Wavelet-фильтры.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- подготовка реферата – 20 баллов,
- выполнение практических заданий – 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос , активность на занятиях - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 60 баллов.

Критерии оценки знаний студентов

100 баллов – студент показал глубокие и систематизированные знания учебного материала по теме; глубоко усвоил учебную литературу; хорошо знаком с научной литературой; активно использовал материалы из первоисточников; цитировал различных авторов; принимал активное участие в обсуждении узловых вопросов на всём протяжении семинарского занятия; умеет глубоко и всесторонне анализировать те или иные исторические события; в совершенстве владеет соответствующей терминологией; материал излагает чётко и лингвистически грамотно; отличается способностью давать собственные оценки, делать выводы, проводить параллели и самостоятельно рассуждать.

90 баллов – студент показал полные знания учебно-программного материала по теме; хорошо усвоил учебную литературу; знаком с научной литературой; использовал материалы из первоисточников; цитировал различных авторов; принимал активное участие в обсуждении узловых вопросов; проявил способность к научному анализу материала; хорошо владеет соответствующей терминологией; материал излагается последовательно и логично; отличается способностью давать собственные оценки,

делать выводы, рассуждать; показал высокий уровень исполнения заданий, но допускает отдельные неточности общего характера.

80 баллов – студент показал достаточно полное знание учебно-программного материала; усвоил основную литературу, рекомендованную программой; владеет методом комплексного анализа; показал способность аргументировать свою точку зрения с использованием материала из первоисточников; правильно ответил практически на все вопросы преподавателя в рамках обсуждаемой темы; систематически участвовал в групповых обсуждениях; не допускал в ответе существенных неточностей.

70 баллов – студент показал достаточно полное знание учебного материала, не допускал в ответе существенных неточностей, активно работал на семинарском занятии, показал систематический характер знаний по дисциплине, цитирует первоисточники, но не может теоретически обосновать некоторые выводы.

60 баллов – студент обладает хорошими знаниями по всем вопросам темы занятия, не допускал в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнил основные предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, отличается достаточной активностью на семинарском занятии; умеет делать выводы без существенных ошибок, но при этом не дан анализ информации из первоисточников.

50 баллов – студент усвоил лишь часть программного материала, вместе с тем ответ его стилистически грамотный, умеет логически рассуждать; допустил одну существенную или несколько несущественных ошибок; знает терминологию; умеет делать выводы и проводить некоторые параллели.

40 баллов – студент знает лишь часть программного материала, не отличался активностью на семинарском занятии; усвоил не всю основную литературу, рекомендованную программой; нет систематического и последовательного изложения материала; в ответах допустил достаточное количество несущественных ошибок в определении понятий и категорий, дат и т.п.; умеет делать выводы без существенных ошибок; наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

30 баллов – студент имеет недостаточно полный объём знаний в рамках образовательного стандарта; знает лишь отдельные вопросы темы, кроме того допускает серьёзные ошибки и неточности; наличие в ответе стилистических и логических ошибок.

20 баллов – у студента лишь фрагментарные знания или отсутствие знаний по значительной части заданной темы; не знает основную литературу; не принимал участия в обсуждении вопросов по теме семинарского занятия; допускал существенные ошибки при ответе; студент не умеет использовать научную терминологию дисциплины; наличие в ответе стилистических и логических ошибок.

10 балл — отсутствие знаний по теме или отказ от ответа.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла по дисциплине с учётом итогового контроля в «5»- балльную систему.

0 – 50 баллов – «неудовлетворительно»;

51 – 65 баллов – «удовлетворительно»;

66 – 85 баллов – «хорошо»;

86 – 100 баллов – «отлично».

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Алан Оппенгейм Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм Алан, Шафер Рональд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 1048 с. — 978-5-94836-329-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26906.html>
2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Матвеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 166 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71513.html>
3. Новиков П.В. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / П.В. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 75 с. — 978-5-4487-0286-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76797.html>

б) дополнительная литература:

1. Иванова В.Е. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Иванова, А.И. Тяжев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 253 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75425.html>
2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Матвеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 166 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71513.html>
3. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Умняшкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 528 с. — 978-5-94836-424-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58892.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;

2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета
<http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.
5. <http://poiskknig.ru> – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва
6. <http://www.mathnet.ru.ru/> - общероссийский математический портал
7. <http://www.lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета
8. <http://onlinelibrary.wiley.com> - научные журналы издательства Wiley&Sons
9. <http://www.sciencedirect.com/> - научные журналы издательства Elsevier

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов лекционных занятий в течении семестра. В случае затруднений в понимании и освоении каких-либо тем обращаться к литературе, рекомендуемой к данному курсу.

Рекомендуется самостоятельно повторять материал, пройденный во время лекций.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач Mathcad, MS Office.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.