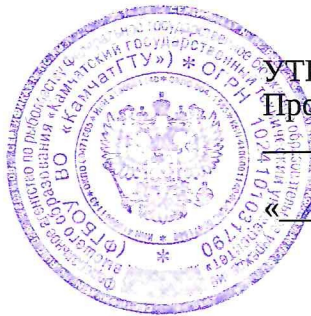


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Левков Сергей Андреевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.05.2024 16:15:11
Уникальный программный ключ:
0ec96352bebea6f8385fb9c27c7d4c35a083708b

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

 Т.А. Ключкова

« 18 » 04 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы математического моделирования»

Направление подготовки
09.06.01 Информатика и вычислительная техника
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направленность (профиль)
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Петропавловск-Камчатский,
2020

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы математического моделирования» является:

– формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний в области математического моделирования.

Основные **задачи** курса:

- актуализировать знания основных понятий из предшествующих дисциплин, особенно важные для математического моделирования;
- ознакомить обучающихся с основными современными задачами и методами математического моделирования;
- ознакомить обучающихся с возможностями современных пакетов вычислительной математики.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	способностью к проведению комплексных исследований научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования, численных методов, комплексов программ и вычислительных экспериментов, а также информации, полученной из электронных баз данных и научной литературы	Знать:	
		– современные достижения в сфере математического моделирования, численных методов, комплексов программ и вычислительных экспериментов;	З(ПК-1)1
		– методику проведения исследований с применением современных информационных технологий в области математического моделирования и численных методов при решении научных и технических проблем	З(ПК-1)2
		Уметь:	
		– анализировать и оценивать современные научные достижения в сфере математического моделирования и численных методов;	У(ПК-1)1
		– проводить численные исследования с применением современных информационных технологий при решении научных и технических проблем	У(ПК-1)2
		Владеть:	
		– навыком получения современной научно-технической информации из электронных баз данных и научной литературы;	В(ПК-1)1
		– навыком использования полученных знаний и умений при решении научных и технических задач в области исследования	В(ПК-1)2

ОПК-1	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знать: – методики проведения исследований с применением математических пакетов и программ в области профессиональной деятельности	З(ОПК-1)1
		Уметь: – применять полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований для решения поставленных задач	У(ОПК-1)1
		Владеть: – методологией и навыками комплексных исследований в области профессиональной деятельности	В(ОПК-1)1

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Методы математического моделирования» (Б1.В.ДВ.1.2) является дисциплиной в структуре образовательной программы, непосредственно связана и базируется на математических дисциплинах подготовки бакалавров и магистров.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Методы математического моделирования» необходимы при подготовке к сдаче и сдаче государственного экзамена (Б4.Г.1), в научно-исследовательской деятельности и подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (Б3.1), а также представлении научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (Б4.Д.1).

Дисциплина изучается на 3 учебном году (курсе), в 6 семестре и направлена на формирование компетенций ОПК-1, ПК-1.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов; в том числе на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебной работы) 36 часа, на внеаудиторную самостоятельную работу обучающегося (далее внеаудиторная СРС) 36 часов.

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

Тематический план дисциплины отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Основы математического моделирования	36	18	9	9	–	18		
Тема №1: Элементы теории вероятностей и математической статистики. Применение методов математической статистики в математическом моделировании.	12	6	3	3	–	6	Тест, вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы	

							к экзамену	
Тема №2: Численные методы и их применение в научных исследованиях	12	6	3	3	–	6	Тест, вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы к экзамену	
Тема №3: Экстремальные задачи. Теория принятия решений.	12	6	3	3	–	6	Вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы к экзамену	
Раздел 2. Методы математического моделирования	36	18	9	9	–	18		
Тема № 4: Основные принципы математического моделирования	8	4	2	2	–	4	Тест, вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы к экзамену	
Тема № 5: Методы исследования математических моделей	8	4	2	2	-	4	Тест, вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы к экзамену	
Тема № 6: Математические модели в научных исследованиях	8	4	2	2	-	4	Вопросы, выносимые на обсуждение на практическом занятии, вопросы к экзамену	
Тема № 7: Вычислительный эксперимент, основы и правила проведения. Алгоритмические языки и программные средства.	12	6	3	3		6	Тест, вопросы к экзамену	
зачет								2
Всего	72	36	18	18	–	36		

4.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Распределение учебных часов по разделам дисциплины представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2
Лекционные занятия	9	9
Лабораторные занятия	–	-
Практические занятия	9	9
Самостоятельная работа студентов	18	18
Экзамен	–	-
Всего	36	36

4.3 Содержание лекционных и практических занятий

Раздел 1. Математические основы моделирования

Тема № 1. Элементы теории вероятностей и математической статистики. Применение методов математической статистики в математическом моделировании

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Практическое занятие 1: Теория случайных процессов, основные подходы и методы.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Регрессионный анализ, основные подходы и области применения.
2. Класс моделей авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего.
3. Диагностические проверки авторегрессионных моделей на примере реальных временных рядов.

Практическое занятие 2: Проверка статистических гипотез.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Статистические гипотезы: основные понятия, ошибки 1- и 2-рода, шаги проверки гипотез, вывод о принятии или отвержении основной гипотезы.
2. Критерии проверки статистических гипотез: t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера, хи-квадрат Пирсона.
3. Рассмотрение примеров проверки статистических гипотез.

Литература:[1]; [2]; [3]; [6], [16].

Тема № 2. Численные методы и их применение в научных исследованиях

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей, примеры решения научно-практических задач. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара, вейвлет-преобразование, примеры применения методов. Численные методы вейвлет-анализа.

Практическое занятие 3: Численные методы и их применение в научных исследованиях.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Сплайн-аппроксимация, примеры решения задач.
2. Численные методы вейвлет-преобразования: кратномасштабный анализ, алгоритм быстрого вейвлет-разложения, вейвлет-пакеты, выбор численного алгоритма и его сходимость.
3. Примеры применения численных методов при математическом моделировании.

Практическое занятие 4: Спектральные методы, примеры применения методов.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара.
2. Вейвлет-преобразование: непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование, типы вейвлет-базисов и критерии его выбора.
3. Применение спектральных методов при решении практических задач.

Литература: [1]; [2]; [3]; [8]; [9]; [12].

Тема № 3. Экстремальные задачи. Теория принятия решений.

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Функция потерь. Метод максимального правдоподобия. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Задачи на минимакс. Области применения.

Практическое занятие 5: Экстремальные задачи и методы их решения

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Общая характеристика экстремальных задач и методов их решения. Виды экстремальных задач.
2. Постановка задачи линейного программирования, ее различные формы.
3. Байесовский и минимаксный подходы, их применение в области построения математического моделирования.

Литература: [1]; [2]; [3]; [6], [16].

Раздел 2. Методы математического моделирования

Тема № 4. Основные принципы математического моделирования

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Вариационные принципы построения математических моделей.

Практическое занятие 6: Методы построения математических моделей

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Построение элементарных математических моделей.
2. Построение стохастических моделей: идентификация, начальные оценки, оценивание.
3. Идентификация и оценка параметров авторегрессионной модели на примере реальных временных рядов.

Литература: [1]; [2]; [3]; [6]; [13].

Тема № 5. Методы исследования математических моделей

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Методы системного анализа для исследования математических моделей сложных объектов и систем.

Практическое занятие 7: Исследование математических моделей

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Методы диагностических проверок стохастических моделей: введение избыточных параметров, совокупный критерий согласия, кумулятивная периодограмма.
2. Методы системного анализа для исследования моделей объектов в условиях неполной априорной определенности.
3. Методы системного анализа для изучения существенно нестационарных объектов и систем.

Литература: [1]; [2]; [3]; [6]; [10]; [12], [16].

Тема № 6. Математические модели в научных исследованиях

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Математические модели в статистической механике, экономике, биологии, геофизике. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргodicность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Практическое занятие 8: Современные подходы и методы математического моделирования

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Современные подходы к построению моделей, основанные на совмещении традиционных методов анализа временных рядов и современных методов цифровой обработки сигналов.
2. Многокомпонентные модели временных рядов сложной структуры: идентификация, оценка, диагностика.

Литература: [1]; [2]; [3]; [7]; [8]; [10].

Тема № 7. Вычислительный эксперимент, основы и правила проведения. Алгоритмические языки и программные средства.

Вопросы, рассматриваемые на лекциях

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Представление о языках программирования высокого уровня. Современные пакеты прикладных программ. Имитационные модели, средства их построения и реализации. Использование пакетов программ в научных исследованиях.

Практическое занятие 9: Имитационное моделирование, средства создания имитационных моделей

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Построение имитационных моделей сложных объектов и систем.
2. Современные средства создания и реализации имитационных моделей.

Литература: [1]; [2]; [3]; [4]; [5]; [6]; [7]; [12]; [14].

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа

В целом внеаудиторная самостоятельная работа при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- поиск и проработка материалов из ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме докладов;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы приходится на подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание их шкал оценивания;
- оценочные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (к экзамену по кандидатскому минимуму)

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.
2. Линейные непрерывные функционалы. Линейные операторы.
3. Элементы спектральной теории.
4. Дифференциальные и интегральные операторы.
5. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
6. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
7. Минимаксный подход. Метод апостериорного риска. Задачи на минимакс.
8. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы.
9. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.

10. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа.
11. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
12. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
13. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
14. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.
15. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
16. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
17. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
18. Численные методы вейвлет-анализа.
19. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
20. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
21. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.
22. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
23. Вариационные принципы построения математических моделей.
24. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
25. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
26. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос.
27. Э르고дичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2001. - 343 с.
2. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2002. — 320 с.
3. Мандрикова О.В. Математические модели и методы: Программа курса и учебно-методическое пособие к изучению дисциплины (уровень подготовки кадров высшей квалификации) / О.В. Мандрикова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. 101 с

7.2 Дополнительная литература

4. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: учебник. – М.: Высшая школа, 2002. – 840 с.
5. Суворова Н.И. Информационное моделирование. Величины, объекты, алгоритмы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 128 с.
6. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели / В.Д. Мятлев и др. – М.: Академия, 2009. – 320 с.

7. Гульяев А.К. MatLab 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows. – СПб.: Корона-принт, 1999. – 288 с.
8. Дьяконов В. MATLAB. Обработка сигналов и изображений: спец. справочник / В. Дьяконов, И. Абраменко. – СПб: Питер, 2002. – 608 с.
9. Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем: спец. справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб: Питер, 2002. – 448 с.

7.3 Методические указания

10. Мандрикова О.В. Методы математического моделирования. Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для обучающихся направления подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) подготовки «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 102 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа, 2-е изд., 2016г. [электронный ресурс]. – Издательство Лань. - ЭБС ЛАНЬ/
2. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций: учебник для ВУЗов [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2010. – 208 с.
3. Косарев Е.Л. Методы обработки экспериментальных данных, 2-е изд., 2008 г." - коллекция "Информатика - Издательство "Физматлит" ЭБС ЛАНЬ.
4. Ожиганов А.А. Теория автоматов. Учебное пособие, 2013 г." [Электронный ресурс] - коллекция "Инженерно-технические науки - НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)" ЭБС ЛАНЬ.
5. Казаков Ю.М., Тищенко А.А., Кузьменко А.А., Леонов Ю.А., Леонов Е.А. Методология и технология проектирования информационных систем, 2018 г. – коллекция "Информатика — Издательство "ФЛИНТА" ЭБС ЛАНЬ
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа, 7-е изд., 2009 г. - коллекция "Математика -издательство Физматлит" ЭБС ЛАНЬ.
7. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска, 2-е изд., 2011 г. - коллекция "Математика -Издательство Физматлит" ЭБС ЛАНЬ.
8. Мартинсон Л.К., Малов Ю.И. Дифференциальные уравнения математической физики, 4-е изд., 2011 г.- коллекция "Математика -Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана" ЭБС ЛАНЬ

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных теоретических вопросов в области математического моделирования. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения практических (семинарских) занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них обсуждаются вопросы по теме, обсуждаются доклады, проводятся опросы. Для подготовки к занятиям семинарского типа обу-

чающиеся выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

- проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;
- лекция-визуализация –подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Семинар:

- тематический семинар – этот вид семинара готовится и проводится с целью акцентирования внимания обучающихся на какой-либо актуальной теме или на наиболее важных и существенных ее аспектах. Перед началом семинара обучающимся дается задание – выделить существенные стороны темы. Тематический семинар углубляет знания студентов, ориентирует их на активный поиск путей и способов решения затрагиваемой проблемы.
- проблемный семинар –перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данной темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

10.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 9 данной рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

10.2 Перечень лицензионного программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Foxit Reader	Программа для просмотра электронных документов
Google Chrome	Браузер
Kaspersky Antivirus	Средство антивирусной защиты
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office	Программное обеспечение для работы с электронными документами
Антиплагиат	Система автоматической проверки текстов на наличие за-

	имствований из общедоступных сетевых источников
7-zip	Архиватор
Microsoft Open License Academic	Операционные системы

10.3 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий)

<i>Наименование электронного ресурса</i>	<i>Адрес сайта</i>
Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science	http://apps.webofknowledge.com
Международная реферативная база данных научных изданий Scopus	www.Scopus.com
Международная реферативная база данных научных изданий ASFA	www.fao.org
Международная система библиографических ссылок CrossRef	www.crossref.org

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы – учебная аудитория 7-513 с комплектом учебной мебели согласно паспорту учебной аудитории на 12 посадочных мест;
- для самостоятельной работы обучающихся аудитория 7-517 с комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест;
- презентации по темам курса, персональный компьютер (ноутбук) или мультимедийный проектор.