

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

28 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 3 Семестр 5

Экзамен 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (з.е)

Составитель Н.Н. Максимова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.18 № 9

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

28 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

28 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

формирование у студентов системы знаний по методам исследования математических моделей различных процессов и явлений, допускающих постановку в виде оптимизационных задач, а также по основам теории экстремальных задач и основных аналитических и численных методов оптимизации.

Задачи дисциплины:

- понимать, свободно ориентироваться и применять современный математический аппарат дисциплины «Методы оптимизации»;
- уметь подобрать наилучший метод для поставленной задачи, оценить погрешность получаемого приближенного решения;
- знать основные факты, концепции, принципы теории методов оптимизации;
- использовать базовые знания оптимизационных методов для решения прикладных задач естествознания, математики и информатики.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Изучение курса базируется на изученных ранее математических дисциплинах («Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы» и т.п.), а также дисциплин «Информатика» и «Программирование».

Необходимость решения задач оптимизации возникает при изучении дисциплины «Математическое и компьютерное моделирование», в научно-исследовательской работе студентов и при выполнении выпускных квалификационных работ.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИДК-1ОПК-1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ИДК-2ОПК-1 Умеет использовать в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ИДК-3ОПК-1 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в	ИДК-1ОПК-3 Обладает базовыми знаниями о существующих математических моделях в различных областях знаний ИДК-2ОПК-3 Умеет применять и

	области профессиональной деятельности	модифицировать существующие математические модели для решения прикладных задач ИДК-ЗОПК-3 Владеет методологией математического моделирования для решения задач в области профессиональных интересов
--	---------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Ведение в методы оптимизации. Элементы выпуклого анализа	5	4		4		2						6	Устный опрос Лабораторная работа № 1
2	Методы минимизации функций одной переменной	5	4		4		2						6	Устный опрос Лабораторная работа № 2
3	Аналитические методы оптимизации функции многих переменных	5	2		2								6	Устный опрос Контрольная работа «Исследование функций многих переменных»

												на экстремум»	
4	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных	5	4		4		4					6	Устный опрос Лабораторная работа № 3
5	Линейное программирование	5	8		8		4					12	Устный опрос Лабораторная работа № 4 Расчетно-графическая работа «Решение задач линейного программирования»
6	Задачи условной оптимизации	5	4		2		2					10	Устный опрос Лабораторная работа № 5 Контрольная работа «Решение задач условной оптимизации»
7	Вариационное исчисление	5	8		10		4					12	Устный опрос Лабораторная работа № 6 Контрольная работа «Решение вариационных задач с неподвижным и границами»
8	Экзамен	5								0.3	35.7		Подготовка к экзамену
	Итого			34.0		34.0		18.0	0.0	0.0	0.3	35.7	58.0

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в методы оптимизации. Элементы выпуклого анализа	Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. Выпуклые множества. Свойства выпуклых множеств. Выпуклые функции. Основные теоремы о выпуклых функциях.
2	Методы минимизации	Аналитический метод решения задач одномерной

	функций одной переменной	оптимизации. Унимодальные функции. Пассивные стратегии (метод перебора). Последовательные стратегии (метод половинного деления, метод золотого сечения, метод квадратичной аппроксимации, метод хорд, метод Ньютона и его модификации).
3	Аналитические методы оптимизации функции многих переменных	Градиент и гессиан функции нескольких переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума функции нескольких переменных.
4	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных	Общая схема методов многомерной минимизации. Методы нулевого порядка (метод покоординатного спуска). Методы первого порядка (метод дробления шага, метод наискорейшего спуска, метод сопряженных направлений). Методы второго порядка (метод Ньютона и его модификации, квазиньютоновские методы).
5	Линейное программирование	Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Целочисленные задачи. Метод Гомори.
6	Задачи условной оптимизации	Постановка задачи условной оптимизации. Метод подстановки. Функция Лагранжа. Графический метод.
7	Вариационное исчисление	<p>Определение функционала. Непрерывность функционала. Основные функциональные пространства. Первая и вторая вариации функционала. Основная лемма вариационного исчисления.</p> <p>Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Экстремаль функционала. Необходимые и достаточные условия экстремума функционала. Условия Якоби и условия Лежандра. Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Алгоритм решения задач нахождения экстремалей функционала, зависящего от нескольких функций. Система уравнений Эйлера. Алгоритм решения задач нахождения экстремалей функционала, зависящего от производных высшего порядка одной или нескольких функций. Система уравнений Эйлера-Пуассона.</p> <p>Прямые методы вариационного исчисления: метод Эйлера, метод Ритца.</p>

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Практическое занятие 1	Выпуклые множества. Свойства выпуклых множеств.
Практическое занятие 2	Выпуклые функции.

Практическое занятие 3	Аналитический метод решения задач одномерной оптимизации.
Практическое занятие 4	Численные методы одномерной минимизации.
Практическое занятие 5	Аналитическое решение задач много мерной оптимизации.
Практическое занятие 6-7	Численные методы многомерной минимизации.
Практическое занятие 8	Графический метод решения задачи линейного программирования.
Практическое занятие 9-10	Симплекс- метод решения задачи линейного программирования.
Практическое занятие 11	Целочисленные задачи линейного программирования.
Практическое занятие 12	Методы решения задач условной оптимизации: метод подстановки, метод множителей Лагранжа, графический метод.
Практическое занятие 13	Расстояние между функциями. Первая и вторая вариации функционала.
Практическое занятие 14	Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Необходимые и достаточные условия экстремума функционала.
Практическое занятие 15	Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Решение задач нахождения экстремалей функционала, зависящего от нескольких функций. Система уравнений Эйлера.
Практическое занятие 16	Решение задач нахождения экстремалей функционала, зависящего от нескольких функций. Система уравнений Эйлера.
Практическое занятие 17	Решение задач нахождения экстремалей функционала, зависящего от производных высшего порядка одной или нескольких функций. Система уравнений Эйлера-Пуассона.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторная работа 1	Основные приемы работы с пакетом MATLAB
Лабораторная работа 2	Методы минимизации функции одной переменной
Лабораторная работа 3	Методы минимизации функции многих переменных
Лабораторная работа 4	Решение задач линейного программирования
Лабораторная работа 5	Решение задач условной оптимизации
Лабораторная работа 6	Прямые методы вариационного исчисления

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в методы	Устный опрос	6

	оптимизации. Элементы выпуклого анализа	Лабораторная работа № 1	
2	Методы минимизации функций одной переменной	Устный опрос Лабораторная работа № 2	6
3	Аналитические методы оптимизации функции многих переменных	Устный опрос Контрольная работа «Исследование функций многих переменных на экстремум»	6
4	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных	Устный опрос Лабораторная работа № 3	6
5	Линейное программирование	Устный опрос Лабораторная работа № 4 Расчетно- графическая работа «Решение задач линейного программирования»	12
6	Задачи условной оптимизации	Устный опрос Лабораторная работа № 5 Контрольная работа «Решение задач условной оптимизации»	10
7	Вариационное исчисление	Устный опрос Лабораторная работа № 6 Контрольная работа «Решение вариационных задач с неподвижными границами»	12

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция- семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора при изучении отдельных тем, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточный контроль осуществляется в виде экзамена в конце учебного семестра. Экзамен сдается в экзаменационную сессию. Форма сдачи экзамена – письменная, в виде ответов на вопросы и решения практических задач. После ответа на экзаменационный билет – устная беседа. Необходимым условием допуска к экзамену является сдача всех работ.

Примерные вопросы к экзамену:

1. Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации.
2. Выпуклое множество: определение, примеры.
3. Выпуклые функции: определение, основные свойства.
4. Численные методы минимизации функций одной переменной: основные

определения.

5. Численные методы минимизации функций одной переменной: метод перебора.
6. Численные методы минимизации функций одной переменной: метод половинного деления.
7. Численные методы минимизации функций одной переменной: метод золотого сечения.
8. Численные методы минимизации функций одной переменной: метод хорд (секущих).
9. Численные методы минимизации функций одной переменной: Метод Ньютона и его модификации.
10. Безусловная минимизация функций многих переменных: основные понятия.
11. Безусловная минимизация функций многих переменных: метод покоординатного спуска.
12. Безусловная минимизация функций многих переменных: метод дробления шага.
13. Безусловная минимизация функций многих переменных: метод наискорейшего спуска.
14. Безусловная минимизация функций многих переменных: метод сопряженных направлений.
15. Безусловная минимизация функций многих переменных: метод Ньютона и его модификации.
16. Задачи линейного программирования. Общая постановка и примеры.
17. Графический метод решения основной задачи линейного программирования.
18. Графический метод решения канонической задачи линейного программирования.
19. Симплекс-метод решения канонической задачи линейного программирования.
20. Задача Условной оптимизации. Графический метод.
21. Метод множителей Лагранжа.
22. Основные понятия вариационного исчисления. Основная лемма вариационного исчисления.
23. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от одной функции.
24. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Частные случаи интегрируемости уравнения Эйлера.
25. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Достаточные условия экстремума функционала.
26. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от нескольких функций.
27. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка одной функции.
28. Метод вариаций в задаче с неподвижными границами. Функционалы, зависящие от производных высшего порядка нескольких функций.
29. Прямые методы вариационного исчисления: метод Эйлера.
30. Прямые методы вариационного исчисления: метод Ритца.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Абдрахманов, В. Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания: учебное пособие / В. Г. Абдрахманов, А. В. Рабчук. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-1630-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211535> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-4487-0322-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс

- IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/77664.html> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/77664>
3. Брусенцев, А. Г. Методы оптимизации : учебное пособие / А. Г. Брусенцев, О. В. Осипов. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 263 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80512.html> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Гюнтер, Н. М. Курс вариационного исчисления : учебное пособие / Н. М. Гюнтер. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0893-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210236> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Жидкова, Н. В. Методы оптимизации систем : учебное пособие / Н. В. Жидкова, О. Ю. Мельникова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 149 с. — ISBN 978-5-4486-0257-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72547.html> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/72547>
6. Методы оптимизации. Задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10417-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541798> (дата обращения: 28.05.2024).
7. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536292> (дата обращения: 28.05.2024).
8. Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. — 198 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72127.html> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
9. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212129> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Розова, В. Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В. Н. Розова, И. С. Максимова. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. — 112 с. — ISBN 978-5-209-03872-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/11536.html> (дата обращения: 28.05.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
11. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 367 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3859-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/507818> (дата обращения: 28.05.2024).
12. Максимова, Н.Н. Исследование операций. Модели линейного программирования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.Н. Максимова; АмГУ, ФМиИ. — Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016. — 144 с. Режим доступа: <http://>

irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/2503.pdf

13. Максимова Н.Н. Вычислительные методы оптимизации [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.Н. Максимова; АмГУ, ФМиИ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. – 104 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7671.pdf

14. Кушнирук, Н.Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.Н. Кушнирук, В.В. Сельвинский; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 98 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3066.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
3	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
4	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
5	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
6	http://www.iprbookshop.ru/	Научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.
7	http://e.lanbook.com	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» – тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки. Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
8	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт – образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов – преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
2	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в

		области науки, технологии, медицины и образования
3	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электрон- но- информационного консорциума (НЭИКОН)
4	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).
5	http:// www.ict.edu.ru/about	Информационно- коммуникационные технологии в образовании – федеральный образовательный портал, обеспечивающий информационную поддержку образования в области современных информационных и телекоммуникационных технологий, а также деятельности по применению ИКТ в сфере образования.
6	http://www.informika.ru	Сайт «Информика». Обеспечивает информационную поддержку всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России
7	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru – это современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России. Библиотека ряда рецензируемых периодических изданий по математическому и естественно- научному направлениям, гибкий интерфейс, удобная поисковая система, дополнительные ресурсы. Открыт свободный доступ к полным текстам статей журналов Академиздатцентра "Наука" РАН. Доступ предоставляется по прошествии трех лет с момента выхода соответствующего номера журнала.

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Лекции, практические и лабораторные занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа- проектор. При изучении дисциплины используется основное необходимое материально- техническое оборудование: мультимедийные средства, Интернет- ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд научной библиотеки Амурского государственного университета.

Данное оборудование применяется при изучении дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.