

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

28 мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.10

ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Специальность	01.05.01 Фундаментальные математика и механика
Специализация	«Фундаментальная математика и её приложения», «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»
Форма обучения	очная
Квалификация	Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Вариационное исчисление» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:

Лежнев А. В., доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 08.04.2021.

Заведующий кафедрой
математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 12.05.2021.

Председатель УМК факультета математики
и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Вариационное исчисление»: формирование у студентов способности формулировать, решать и интерпретировать экстремальные задачи для функционалов на бесконечномерных пространствах функций.

Предмет изучения дисциплины «Вариационное исчисление»: аналитические и численные методы решения экстремальных задач.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи изучения дисциплины «Вариационное исчисление»:

- теоретическое освоение студентами основных понятий, методов и результатов в области исследования экстремальных задач для функционалов;
- обретение понимания практической значимости экстремальных задач в различных отраслях науки, техники, экономики;
- обретение умений формулировать экстремальные задачи;
- обретение навыков аналитического и численного решения экстремальных задач;
- обретение навыков интерпретации полученных решений.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вариационное исчисление» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 5 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Предшествующими дисциплинами, необходимыми для изучения данной дисциплины, являются «Технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ)», «Физика», «Математический анализ», «Функциональный анализ», «Алгебра», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальная геометрия и топология», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Теория вероятностей», «Теория случайных процессов», «Дискретная математика», «Теоретическая механика», «Основы и математические модели механики сплошной среды», «Интегральные уравнения», «Математические пакеты и их применение в естественных науках», «Элементарная геометрия», «Математическое моделирование в механике», «Математическое моделирование», «Математическая логика», «Практикум на ЭВМ».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 – Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	
ПК-1.1 – Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	Знает основные понятия, задачи, методы и результаты <u>предшествующих учебных дисциплин</u>
	Умеет решать типовые задачи, характерные для <u>предшествующих учебных дисциплин</u>
	Владеет навыками решения задач из разделов математики, базовых для вариационного исчисления

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.2 – Умеет передавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах предметной области	Знает методологию решения прикладных задач математическими методами
	Умеет представлять в математической форме свойства и отношения, представленные в описательной форме
	Владеет навыками интерпретации решений вариационных задач
ПК-1.3 – Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знает методы решения классических вариационных задач
	Умеет применять методы вариационного исчисления к практически возникающим задачам
	Владеет навыками решения подчинённых задач, возникающих в области вариационного исчисления
ПК-1.4 – Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований	Знает о потенциальной эффективности применения математических методов при проведении научных и прикладных исследований
	Умеет составлять вариационные задачи при проведении научных и прикладных исследований
	Владеет навыками адаптации общих методов вариационного исчисления к особенностям постановок прикладных вариационных задач
ПК-2 – Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	
ПК-2.1 – Умеет использовать математические модели и применять численные методы решения задач в естественных науках	Знает основные понятия, методы и проблематику математического моделирования
	Умеет проводить выбор состава отношений и эффектов, учитываемых при составлении математических моделей
	Владеет навыками организации вычислительного процесса в соответствии с построенными математическими моделями
ПК-2.2 – Разрабатывает новые математические модели в естественных науках	Знает основные приёмы составления математических моделей
	Умеет определять надлежащую степень детализации составляемых математических моделей
	Владеет навыками обеспечения адекватности математических моделей
ПК-2.3 – Владеет навыками математической обработки результатов экспериментальных исследований составленных математических моделей	Знает принципы сопоставления теоретических результатов с фактическими данными
	Умеет решать обратные задачи для определения значений параметров математических моделей
	Владеет навыками применения компьютерных программ для проведения расчётов, связанных с моделированием

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего, часов	10 семестр, часов
Контактная работа, в том числе:		42,3	42,3
Аудиторные занятия (всего):		40	40
занятия лекционного типа		20	20
лабораторные занятия		20	20
практические занятия		–	–
семинарские занятия		–	–
Иная контактная работа:		2,3	2,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		21	21
проработка учебного (теоретического) материала		10	10
подготовка к лабораторным работам		10	10
подготовка к текущему контролю		1	1
Контроль:		44,7	44,7
Подготовка к зачёту		–	–
Общая трудоёмкость	часов	108	108
	в том числе контактная работа	42,3	42,3
	зач. ед.	3	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины представлены в таблице.

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия, методы и классические задачи вариационного исчисления	30	10	–	10	10
2	Достаточные условия экстремума	13	4	–	4	5
3	Задачи на условный экстремум	18	6	–	6	6
	ИТОГО по разделам дисциплины	61	20	–	20	21
	КСР	2	–	–	–	–
	ИКР	0,3	–	–	–	–
	Контроль	44,7	–	–	–	44,7

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	20	–	20	65,7

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные понятия, методы и классические задачи вариационного исчисления	Функционал. Типы экстремумов. Вариация и ее свойства. Постановка задач вариационного исчисления. Вариации интегральных функционалов в задачах с неподвижными границами. Необходимое условие локального минимума. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Обобщения на многомерный случай. Задачи с свободными границами. Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности	УО, ПО
2	Достаточные условия экстремума	Поле экстремалей. Условие Якоби. Вторая вариация интегрального функционала. Слабый и сильный экстремум. Условие Лежандра	УО, ПО
3	Задачи на условный экстремум	Условный экстремум в конечномерных задачах. Постановка задачи на условный экстремум. Изопериметрические задачи. Задачи с ограничениями на положение экстремалей	УО, ПО

Перечень занятий лекционного типа и их краткое содержание представлен в таблице. Формами текущего контроля являются устный опрос (УО) и письменный опрос (ПО).

2.3.2 Лабораторные работы

Распределение лабораторных занятий по разделам дисциплины представлено в таблице.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Основные понятия, методы и классические задачи вариационного исчисления	1. Решение задач с закреплёнными границами. 2. Решение многомерных задач с закреплёнными границами. 3. Решение задач с закреплёнными границами и производными высших порядков. 4. Решение задач со свободными границами. 5. Решение задач с подвижными границами.	УО, ПО
2	Достаточные условия экстремума	6. Построение поля экстремалей. 7. Проверка достаточных условий экстремумов.	УО, ПО
3	Задачи на условный экстремум	8. Решение задач на условный экстремум при функциональных связях.	УО, ПО

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
		9. Решение задач на условный экстремум при дифференциальных связях. 10. Решение задач на условный экстремум при интегральных связях.	

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- решение задач по темам курса;
- работу с вопросами для самопроверки;
- подготовку к текущему контролю;
- подготовку к экзамену.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и анализ лекционного материала; решение задач по темам курса; работа с вопросами для самопроверки	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г. Учебники, учебные пособия и задачки, перечисленные в списке учебной литературы

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла;
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Для более эффективного восприятия материала часть лекций и лабораторных работ проводится с применением мультимедийного оборудования – комплекса аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю работать с графикой, текстом, звуком, видео и др., организованными в виде единой информационной среды.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов для контроля СРС и подготовки к экзамену.

1. Функционал. Типы экстремумов. Вариация и ее свойства.
2. Постановка задач вариационного исчисления.
3. Вариации интегральных функционалов в задачах с закреплёнными границами.
4. Необходимое условие локального минимума.
5. Основная лемма вариационного исчисления.
6. Уравнение Эйлера.
7. Многомерные задачи с закреплёнными границами.
8. Задачи с закреплёнными границами и производными высших порядков.
9. Задачи со свободными границами
10. Задачи с подвижными границами.
11. Условия трансверсальности.
12. Вариационные задачи в параметрической форме.
13. Поле экстремалей.
14. Условие Якоби.
15. Вторая вариация интегрального функционала.
16. Слабый и сильный экстремум.
17. Условие Лежандра.
18. Условный экстремум в конечномерных задачах.
19. Задачи на условный экстремум при функциональных связях.
20. Задачи на условный экстремум при дифференциальных связях.
21. Задачи на условный экстремум при интегральных связях.
22. Изопериметрические задачи.
23. Задачи с ограничениями на положение экстремалей.

Примеры типовых заданий для текущего контроля успеваемости.

Задача 1

$$V[y(x)] = \int_1^3 (2y(x) - y(x)y'(x) + xy'^2(x)) dx, \quad y(1) = 1, \quad y(3) = 4;$$

Задача 2

$$V[y(x)] = \int_0^{\pi/4} (4y^2(x) + y'^2(x) + 8y(x)) dx, \quad y(0) = -1, \quad y\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0;$$

Задача 3

$$V[y(x)] = \int_0^1 (y'^2(x) + y^2(x) + 2e^{2x}y(x)) dx, \quad y(0) = \frac{1}{3}, \quad y(1) = \frac{1}{3}e^2;$$

Задача 4

$$V[y(x)] = \int_0^{\pi/2} (y'^2(x) + 4y^2(x) + 2y(x)\cos x) dx, \quad y(0) = \frac{4}{5}, \quad y\left(\frac{\pi}{2}\right) = e^\pi;$$

Задача 5

$$V[y(x)] = \int_{-2}^{-1} (x^2y'^2(x) + 12y^2(x)) dx, \quad y(-2) = \frac{1}{16}, \quad y(-1) = 1;$$

Задача 6

$$V[y(x)] = \int_1^2 (2y(x) + y(x)y'(x) + x^2y'^2(x)) dx, \quad y(1) = 0, \quad y(2) = 1 + \ln 2;$$

Задача 7

$$V[y(x)] = \int_0^\pi ((y'(x) + y(x))^2 + 2y(x)\sin x) dx, \quad y(0) = 0, \quad y(\pi) = 1;$$

Задача 8

$$V[y(x)] = \int_1^2 \left(\frac{3y^2(x)}{x^3} + \frac{y'^2(x)}{x} + 8y(x) \right) dx, \quad y(1) = 0, \quad y(2) = 8\ln 2;$$

Задача 9

$$V[y(x)] = \int_1^2 \left(y'^2(x) + \frac{6y^2(x)}{x^2} - 32y(x)\ln x \right) dx, \quad y(1) = 3, \quad y(2) = 4(4\ln 2 + 3);$$

Задача 10

$$V[y(x)] = \int_0^3 \frac{y'(x)}{\sqrt{1+y'^2(x)}} dx, \quad y(0) = 1, \quad y(3) = 4;$$

Критерии оценивания по экзамену.

Оценка «Отлично» выставляется при условии, что студент проявил всесторонние и глубокие знания изученного материала. Практическое задание выполнено в полном объеме, правильно или с незначительными неточностями.

Оценка «Хорошо» выставляется при условии, что студент проявил знание изученного материала. Практическое задание выполнено с отдельными неточностями.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется при условии, что студент проявил знания основного минимума изученного материала в объеме, необходимом для последующего обучения. Практическое задание выполнено не в полном объеме, имеются существенные неточности и ошибки.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется при условии, что студент обнаружил существенные пробелы в знании основного материала, Практическое задание выполнено не в полном объеме, имеются существенные ошибки, окончательных ответов не получено.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

5.1 Учебная литература

1. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учеб. пособие для вузов / Ю. Я. Болдырев. — М. : Издательство Юрайт, :2019. — 240 е. — Серия : Университеты России. ISBN 978-5-534-01707-6 - <https://biblio-online.ru/book/variacionnoe-ischislenie-i-metody-optimizacii-438267>

2. Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11755-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446093>

5.2 Периодическая литература

Приведённые журналы имеются в фонде Научной библиотеки КубГУ, <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>,

1. Журнал «Математическое моделирование».
2. Журнал «Журнал вычислительной математики и математической физики».
3. Журнал «Прикладная математика и механика».
4. Журнал «Прикладная механика и техническая физика».

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
3. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
4. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
6. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При проработке учебного материала рекомендуется:

- повторить и уяснить определения и свойства объектов, операций и отношений, встречающиеся в постановке задач;
- записать в математической форме термины, связанные с рассматриваемой темой и встречающиеся в формулировке теорем и постановке задач;
- провести графическую интерпретацию встречающихся объектов, операций и отношений,
- для громоздких выражений ввести компактные обозначения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения текущей и промежу-	Мебель: учебная мебель. Технические средства обуче-	Математический пакет MathCAD

точной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	ния: экран, проектор, компьютер	
---	---------------------------------	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint