

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Вариационное исчисление»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Информатика и вычислительная техника

Форма обучения – очная

Владикавказ, 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника Профиль Информатика и вычислительная техника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 г. №5, учебным планом подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника Профиль Информатика и вычислительная техника, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 г., протокол № 11.

Составитель: Кулаев Р.Ч.

Рабочая программа
обсуждена и утверждена на заседании кафедры математического анализа
(протокол № 7 от «27» марта 2017 г.)

одобрена советом факультета математики и информационных технологий
(протокол № 5 от «31» марта 2017 г.)

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 час.).

	Очная форма обучения
Курс	3
Семестр	5
Лекции	36
Практические занятия	36
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	72
Самостоятельная работа	36
Курсовая работа	-
Зачет	5 семестр
Экзамен	-
Общее количество часов	108 час.

2. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Вариационное исчисление» призвана содействовать знакомству студентов с теоретическими основами вариационного исчисления, с теорией квадратичного функционала, со связями этих теорий с задачами механики и минимизацией некоторых энергий.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках освоения курсов: «Математический анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения».

Приступая к изучению дисциплины «Вариационное исчисление», студент должен иметь представление о понятии математической модели и методах решения дифференциальных уравнений.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности ;

ПК-1 - способностью разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов "человек - электронно-вычислительная машина".

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП
Код	Формулировка	

		Знать:	Уметь	Владеть:
ОПК -5	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	основные понятия и факты теории, входящие в программу курса	применять аппарат вариационного исчисления при решении задач	<ul style="list-style-type: none"> – навыками ясного, точного, грамотного изложения своих мыслей в устной и письменной речи, использования различных языков математики (словесного, символического, графического), свободного перехода с одного языка на другой для иллюстрации, интерпретации, аргументации и доказательства; – навыками проведения доказательных рассуждений, аргументации, выдвижения гипотез и их обоснования; – навыками дальнейшего использования накопленных знаний для решения той или иной проблемы теоретической и прикладной математики. – навыками поиска, систематизации, анализа и классификации информации, использования разнообразных информационных источников,

				включая учебную и справочную литературу
ПК-1	способностью разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных и модели интерфейсов "человек - электронно-вычислительная машина"	основные понятия и факты теории, входящие в программу курса	применять аппарат вариационного исчисления при решении задач	–навыками проведения доказательных рассуждений, аргументации, выдвижения гипотез и их обоснования; – навыками дальнейшего использования накопленных знаний для решения той или иной проблемы теоретической и прикладной математики.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		литература
		л	пр	Содержание	Часы		min	max	
1.	Линейные функционалы. Непрерывность функционала.	2	2	Нормированное пространство. Норма функционала	5	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[3]; [5], [8]
2	Основные леммы вариационного исчисления	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[3]; [5], [8]
3	Необходимые условия оптимальности первого порядка в простейшей задаче вариационного исчисления. Интегрирование уравнения Эйлера.	2	2	Производная по направлению	5	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[3]; [5], [8]
4.	Классическая задача о брахистохроне. Задача о брахистохроне в центральном поле тяготения.	2	2	Задача геометрической оптики	5	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
5	Задача Больца. Задача о струне подпертой пружинами	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]

						ий			
6	Задача о наименьшей поверхности вращения. Глобальный и локальные минимумы, вырожденные решения..	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
7	Необходимые условия в задаче со старшими производными. Задача управления с оптимизацией расхода "энергии"	2	2	Необходимые условия оптимальности в вариационной задаче с функционалом, задаваемым двойным интегралом	5	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
8	Уравнение деформации стержня с упругой или шарнирной опорами	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
9	Вариационные задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности.	2	2	Аэродинамическая задача Ньютона.	4	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
10	Оптимальные решения в различных классах допустимых функций. Роль условия трансверсальности в задаче Ньютона.	2	2	Вариационное исчисление и задачи механики.	4	Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [9], [11], [12]
11	Необходимые условия в вариационной	2	2	Принцип Гамильтона	4	Опрос, прове	0	6	[1], [3], [7]–[10], [15]

	задаче с функционалом, задаваемым двойным интегралом. Задача Плато.					рка выполненных заданий			
12,13	Задачи вариационного исчисления с ограничениями.	4	4	Задача о подвешенной цепи	4	Опрос, проверка выполненных заданий	0	8	[1], [3], [7]–[10], [15]
14	Необходимые условия в изопериметрической задаче.	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7]–[10], [15]
15	Достаточные условия слабого минимума.	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7]–[10], [15]
16	Поле экстремалей. Условия Вейерштрасса, Лежандра,	2	2			Опрос, проверка выполненных заданий	0	6	[1], [3], [7], [8], [10], [11]]
17,18	Условия Якоби.	4	4			Опрос, проверка выполненных заданий	0	8	[1], [3], [7], [8], [10], [11]]
Итого		36	36		36		0	100	

Примечания:

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

6. Образовательные технологии

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Видео-лекция – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Творческое задание составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

Публичная презентация проекта - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

Интерактивная лекция представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

Разработка проекта позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

Проблемное обучение - поиск ответов на вопросы по теме.

№/п.	Тема	Вид занятия	Кол часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	Линейные функционалы. Непрерывность функционала	Практическое	2	Диалог	
2	Необходимые условия оптимальности первого порядка в простейшей задаче вариационного исчисления. Интегрирование уравнения Эйлера.	Практическое	4	Групповая работа	
3	Задача Больца. Задача о струне подпертой пружинами.	Практическое	2		Мастер- класс

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относятся: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года.

Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1. Найти допустимые экстремали:

$$\int_0^1 (\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 - 2x_1x_2) dt \rightarrow \text{extr};$$

$$x_1(0) = x_2(0) = 0, \quad x_1(1) = \text{sh } 1, \quad x_2(1) = -\text{sh } 1.$$

2. Исследовать на слабый экстремум: $\Phi(x) = \int_0^1 (x - x'^2) dt; x(0) = 0; x(1) = -1$

3. Исследовать на абсолютный экстремум:

$$\Phi(x) = \int_0^\pi x'^2 dt; \Psi_1(x) = \int_0^\pi x^2 dt = 1; x(0) = x(\pi) = 0$$

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

Примеры тестовых заданий по дисциплине:

1 Уравнение Эйлера, к которому сводится задача отыскания экстремалей интегрального функционала с подынтегральной функцией, в общем случае является:

- а) обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка.
- б) обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка
- в) трансцендентным алгебраическим уравнением.

2 Если при проверке условия Лежандра оказалось, что, то:

- а) экстремаль соответствующего функционала является минималью.
- б) экстремаль соответствующего функционала является максимальной.
- в) ничего определенного о виде экстремали сказать нельзя.

3 Что определяет условие трансверсальности.

- а) условие существования экстремали у интегрального функционала, если ее граничная точка перемещается вдоль некоторой кривой.
- б) определяет тип экстремали интегрального функционала.
- в) это условие определяет, при каких обстоятельствах уравнение Эйлера становится алгебраическим уравнением

4 В каких из перечисленных случаев задача отыскания экстремума функционала может не иметь решения

- а) когда подынтегральная функция не зависит от y' .
- б) когда подынтегральная функция линейно зависит от y' .
- в) когда подынтегральная функция зависит только от y' .
- г) когда подынтегральная функция зависит только от y и y' .

5 Какое число неопределенных множителей Лагранжа может быть в задаче условной оптимизации, если число переменных в составе оптимизируемой функции равно 8.

- а) не более 7
- б) не более 8
- в) любое количество

6 Какие из перечисленных утверждений верны:

- а) матрица Гессе симметрическая.
- б) матрица Гессе диагональная.
- в) определитель матрицы Гессе не может быть равен нулю.

7 Если в критической точке функции одной переменной вторая производная отрицательна, то:

- а) эта точка является точкой максимума.
- б) эта точка является точкой минимума.
- в) в этой точке функция имеет разрыв.

8 Для решения задачи условной оптимизации методом неопределенных множителей Лагранжа обязательно:

- а) знание аналитического выражения оптимизируемой функции.
- б) наличие ограничений только в виде равенств.
- в) линейность ограничений.

Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	60–70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6–7 баллов	4–5 баллов	0–3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9–10 баллов	7–8 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		6-7 балла	4-5 балла	2-3 балл	0-1 баллов
	Сам работа (max 7б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом.

		материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Абстрактная теорема Ферма.
2. Лемма Лагранжа.
3. Лемма Дюбуа-Реймона.

4. Уравнение Эйлера.
5. Простейшие первые интегралы уравнения Эйлера.
6. Задача об отыскании геодезических.
7. Задача о брахистохроне.
8. Задача Дидоны.
9. Теорема Дю-Буа-Реймонда.
10. Гладкость экстремалей.
11. Задача Больца.
12. Задача для вектор-функций.
13. Задача Пуассона.
14. Уравнение упругих деформаций стержня.
15. Уравнение Эйлера-Остроградского.
16. Задача с подвижными концами.
17. Локальная линеаризация в задаче с подвижными концами.
18. Условие трансверсальности.
19. Условие Вейерштрасса-Эрдмана.
20. Линеаризация гладкого многообразия.
21. Метод множителей Лагранжа.
22. Вторая вариация.
23. Условие Лежандра для квадратичного функционала.
24. Теорема Якоби для квадратичного функционала.
25. Неосцилляция уравнения Якоби.
26. Усиленная теорема Якоби.
27. Условие Якоби для вариационной задачи.
28. Достаточное условие слабого минимума.
29. Лемма об оценке «хвоста».
30. Поле экстремалей.
31. Функция наклона поля. Ее свойства.
32. Теорема Гильберта.
33. Теорема Вейерштрасса о достаточном условии слабого экстремума.
34. Теорема Вейерштрасса о достаточном условии сильного экстремума.
35. Прямые методы.

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 60 баллов)	«Минимальный уровень» (60-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<u>Компетенции не сформированы.</u> Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	<u>Компетенции сформированы.</u> Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных

	Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка	Оценка	Оценка	Оценка

«неудовлетворительно» / не зачтено	«удовлетворительно» / «зачтено»	«хорошо» / «зачтено»	«отлично» / «зачтено»
------------------------------------	---------------------------------	----------------------	-----------------------

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 256 с.
2. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 384 с.
3. Альбрехт Э.Г., Каюмов Р.И., Соломатин А.М., Шелементьев Г.С. Методы оптимизации: введение в теорию решения экстремальных задач. Екатеринбург: УрГУ, 1993.
4. Ахиезер Н.И. Лекции по вариационному исчислению. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
7. Буттацо Д., Джаквинта М., Гильдебранлт С. Одномерные вариационные задачи. Введение. Новосибирск: Научная книга, 2006.
13. Краснов М.Л., Макаренко Г.П., Киселев А.И. Вариационное исчисление: Задачи и упражнения. М.: Едиториал УРСС, 2014. 168 с.
14. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления, том. II. М.: Наука, 1970.
15. Лаврентьев М.А., Люстерник Л.А., Курс вариационного исчисления. М.: ГОНТИ, 1938.
18. Эльсгольц Л.В. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Едиториал УРСС, 2014. 320 с.

б) дополнительная литература:

5. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988.
6. Бересекас Д. Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа. М.: Радио и связь, 1987.
8. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1980.
9. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Методы оптимизации. 1981.
10. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. М.: Наука, 1961.
11. Еремин И.И., Астафьев Н.Н. Введение в теорию линейного и выпуклого программирования. М.: Наука, 1976.
12. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 1986.
16. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. М.: Наука, 1986.
17. Теория оптимальных аэродинамических форм: Сб. статей под ред. А.Миеле, пер. с англ. М.: "Мир", 1969
19. Эльстер К.-Х., Рейнгардт Р., Шойбле М., Донат Г. Введение в нелинейное программирование. М.: Наука, 1985.

в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.
- База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>
- Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>.
- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

Лицензионное программное обеспечение:

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

Перечень ПО в свободном доступе:

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;

11. Лист обновления/актуализации

1. Рабочая программа

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры математического анализа протокол № 7 от 27.03.2018г.;

одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 5 от 30.03.2018 г.

2. Рабочая программа

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры математического анализа протокол № 7 от 27.03.2019г.;

одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.

3. Рабочая программа

пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры математического анализа протокол № 7 от 23.03.2020г.;

одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.