



1920

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
филиал Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Новороссийске
Кафедра информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по работе с филиалами
ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»
А.А.Евдокимов

DS 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль): Системный анализ, исследование операций и
управление (Математическое и информационное обеспечение экономической
деятельности)

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 228 от 12 марта 2015 года.

Программу составил(и):

И.Г.Рзун , доцент канд.физ.-мат.наук

С.В. Дьяченко доцент канд.физ.-мат.наук

Рабочая программа дисциплины Вариационное исчисление и оптимальное управление утверждена на заседании кафедры Информатики и математики протокол № 1 от 30.08. 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Рзун И.Г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Информатики и математики протокол № 1 от 30.08. 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Рзун И.Г.

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии филиала УГС 01.00.00 «Математика и механика» 30.08. 2018 г. протокол № 1

Председатель УМК

С.В. Дьяченко

Рецензенты:

Сулимов А.В. Директор ООО «Центр компьютерной техники»

Посаженников А.В. Директор ООО «Профессиональные информационные технологии»

Содержание рабочей программы дисциплины

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

- 1.1 Цель освоения дисциплины
- 1.2 Задачи дисциплины.
- 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы
- 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

2. Структура и содержание дисциплины.

- 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.
- 2.2 Структура дисциплины
- 2.3 Содержание разделов дисциплины
 - 2.3.1 Занятия лекционного типа.
 - 2.3.3 Лабораторные занятия.
- 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

3. Образовательные технологии.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

- 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.
- 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

- 5.1 Основная литература
- 5.2 Дополнительная литература
- 5.3. Периодические издания:

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

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .

- 8.1 Перечень информационных технологий.
- 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.
- 8.3 Перечень информационных справочных систем

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Вариационное исчисление и оптимальное управление» является ознакомление студентов с современным состоянием в этой области, освещение проблематики, связанной с использованием вариационного исчисления и оптимального управления при разработке системного и прикладного программного обеспечения задач обработки данных с использованием компьютеров. При этом основное внимание необходимо уделить не рассмотрению максимально широкого круга вопросов, а на получение студентами глубоких знаний по фундаментальным основам вариационного исчисления и оптимального управления, на формирование у них общего информационного мировоззрения и на развитие алгоритмического мышления.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами дисциплины являются:

- актуализация и развитие научных знаний в области теории вариационного исчисления и оптимального управления;
- научить выбирать подходящие качественные, количественные и численные методы для решения экстремальных задач;
- строить математические модели классического и современного типа;
- научить применять численные методы для решения задач с использованием современных ЭВМ и прикладных программ и различных языков программирования;
- развитие навыков построения оптимальных и рыночных портфелей ценных бумаг;
- овладение моделями оптимального управления в различных областях науки, техники, экономики;
- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;
- способность на основе типовых методик и действующей нормативно-правовой базы рассчитать экономические и социально-экономические показатели, характеризующие деятельность хозяйствующих субъектов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вариационное исчисление и оптимальное управление» относится к дисциплинам по выбору учебного плана..

Курс базируется на дисциплинах: «Языки и методы программирования», «Дифференциальные уравнения», «Основы информатики», «Практикум по численным методам», «Практикум по языкам программирования», «Практикум по системному программному обеспечению», «Математический анализ II».

Знания, полученные при освоении дисциплины, являются неотъемлемой частью базовой математической подготовки и необходимы для любой учебно-исследовательской работы, требующей проведения численного анализа той или иной физико-математической модели, в частности при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами:

- на всех этапах обучения в вузе при изучении различных дисциплин учебного плана: решении информационно-поисковых и учетно-аналитических задач, проведении научных исследований, оформлении результатов самостоятельной работы, выполнении контрольных домашних заданий, подготовке рефератов, эссе, докладов, курсовых и выпускных работ;

- в ходе дальнейшего обучения в магистратуре и аспирантуре;
- в процессе последующей профессиональной деятельности при решении прикладных задач, для любой учебно-исследовательской работы, требующей проведения численного анализа той или иной физико-математической модели.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных и общекультурных компетенций: ОПК-1, ПК-2

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	понятие информации; основные положения теории информации и кодирования; общую характеристику процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; современное состояние и направления развития вычислительной техники и программных средств; закономерности протекания информационных процессов в системах	работать в качестве пользователя персонального компьютера; самостоятельно использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами; создавать резервные копии и архивы данных и программ; работать с программными средствами общего назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка; использовать информационные системы и средства вычислительной техники в решении задач	навыками подготовки сложных иллюстрированных текстовых документов с использованием MS Word; навыками решения расчетных экономических задач с применением MS Excel; навыками создания и обработки реляционных баз данных средствами MS Access; навыками подготовки электронных презентаций с использованием MS PowerPoint. методами решения экономических

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			обработки информации; принципы использования современных информационных технологий и инструментальных средств для решения различных задач в своей профессиональной деятельности; основы защиты информации и сведений, составляющих государственную тайну; методы обеспечения информационно-безопасности экономического субъекта.	сбора, передачи, хранения и обработки экономической информации; формулировать требования и принимать обоснованные решения по выбору аппаратно-программных средств для рационального решения задач, связанных с получением и преобразованием информации; использовать в профессиональной деятельности сетевые средства поиска и обмена информацией.	х задач с помощью специализированных программных продуктов; навыками автоматизации решения экономически задач; технологиями работы в локальных и глобальных информационных сетях; приемами антивирусной защиты; навыками работы с программами автоматизации бухгалтерского учета.
2.	ПК-2	способностью на основе типовых методик и действующей нормативно-правовой базы рассчитать экономические и социально-экономические показатели, характеризующие деятельность	системы показателей, характеризующих основные виды деятельности организации (текущую, инвестиционную и финансовую); типовые методики расчета основных показателей деятельности	собирать финансовую и нефинансовую информацию, необходимую для проведения аналитических расчетов по типовым методикам; уместно использовать на практике типовые методики	навыками подготовки информационного обеспечения проведения расчета важнейших экономически показателей; методикой расчета важнейших экономически показателей

№ п.п.	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		хозяйствующих субъектов	организации; теоретические основы учета имущества и капитала экономического субъекта; теоретические основы планирования и учета затрат на производство и продажу, выручки от продаж и прибыли; законодательные и нормативно-правовые акты, регламентирующие деятельность коммерческих организаций, порядок учета имущества, обязательств и финансовых результатов этой деятельности; правила формирования показателей бухгалтерской (финансовой) отчетности коммерческой организации; теоретические основы экономико-	расчета различных показателей деятельности организации; составлять калькуляции себестоимости полиграфических работ и издательской продукции; определять итоговые финансовые результаты (прибыль/убыток) для целей бухгалтерского учета и налогообложения прибыли организации; формировать показатели бухгалтерской (финансовой) отчетности коммерческой организации; проводить сравнительный анализ деятельности организаций-конкурентов по заданным параметрам; применять методы	деятельности организации; навыками определения итогового финансового результата деятельности организации для целей бухгалтерского учета и налогообложения прибыли; знаниями в области финансового, налогового и управленческого учета; методикой расчета финансовых показателей на основе бухгалтерской (финансовой) отчетности; методами определения экономического и инвестиционных проектов; навыками применения методов экономико-математическо

№ п.п.	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			математического моделирования; теоретические основы оценки возможности и условий привлечения заемного капитала.	экономико-математического моделирования; сопоставлять исходные данные и расчетные показатели с учетом всех произошедших изменений в нормативных правовых актах в различных периодах на основе ретроспективного пересчета исходных показателей; рассчитывать потребность организации в привлечении внешних источников финансирования с учетом размера, срока и стоимости заемного капитала; принимать решения по оптимизации структуры капитала; готовить информационно-аналитическое обеспечения разработки	го моделирования; навыками использования механизма финансового рычага для формирования оптимальной структуры источников финансирования деятельности организации.

№ п.п.	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				стратегических, текущих и оперативных прогнозов, планов, бюджетов	

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			7			
Контактная работа, в том числе:		58,3	58,3			
Аудиторные занятия (всего):		54	54			
Занятия лекционного типа		36	36			
Лабораторные занятия						
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18			
		-	-			
Иная контактная работа:		4,3	4,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:		23	23			
<i>Курсовая работа</i>		-	-			
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		8	8			
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций, решение задач)</i>		15	15			
<i>Реферат</i>						
Подготовка к текущему контролю		-	-			
Контроль: экзамен		26,7	26,7			
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	58,3	58,3			
	зач. ед	3	3			

Курсовые работы не предусмотрены.

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов
---	-----------------------	------------------

		Всего	Контактная работа				Контроль	Самостоятельная работа СР
			Л	ПЗ	ИКР	КСР		
1.	Основные понятия вариационного исчисления	18	4	8				6
2.	Численные методы решения вариационных задач	22	4	10		2		6
3.	Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач.	20	6	8				6
4	Оптимальное управление	21	4	10		2		5
	Итого по дисциплине	81	18	36		4		23
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3			0,3			
	Контроль	26,7					26,7	
	<i>Всего:</i>	108	18	36	0,3	4	26,7	23

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, КСР – контролируемая самостоятельная работа, СР – самостоятельная работа, ИКР- иная контактная работа.

2.3 Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основная задача вариационного исчисления.

Уравнение Эйлера и его применение к основным задачам ВИ. Достаточное условия экстремума. ОПК-1, ПК-2

Раздел 2. Численные методы решения вариационных задач.

Обобщения основной задачи вариационного исчисления. ОПК-1, ПК-2

Раздел 3. Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач. ОПК-1, ПК-2

Раздел 4. Оптимальное управление.

Задача автоматического регулирования. Задача оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Численные методы решения задач оптимального управления. Достаточные условия. ОПК-1, ПК-2

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные понятия вариационного исчисления	Основные понятия. Основная задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера и его применение к основным задачам ВИ. Достаточные условия экстремума.	Вопросы устного опроса

2	Численные методы решения вариационных задач	Численные методы решения вариационных задач. Обобщения основной задачи вариационного исчисления.	Вопросы устного опроса
3	Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач.	Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач.	Вопросы устного опроса
4	Оптимальное управление	Задача автоматического регулирования. Задача оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Численные методы решения задач оптимального управления. Достаточные условия.	Вопросы устного опроса

2.3.2 Занятия практического типа.

Практические занятия - не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	1. Основные понятия вариационного исчисления	– Основные понятия. Основная задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера и его применение к основным задачам ВИ. Достаточные условия экстремума.	– Решение задач
	2. Численные методы решения вариационных задач	– Численные методы решения вариационных задач. Обобщения основной задачи вариационного исчисления.	– Решение задач
	3. Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач.	– Приложения методов ВИ к решению естественнонаучных задач.	– Решение задач
	4. Оптимальное управление	– Задача автоматического регулирования. Задача оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования. Численные методы решения задач оптимального управления. Достаточные условия.	– Решение задач

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

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

Таблица – Методическое обеспечение самостоятельной работы.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. «Положение о самостоятельной работе студентов»- Утвержденное 11.02.2011г. ФГБОУ ВО «КубГУ». 2. Эльсгольц, Лев Эрнестович. Вариационное исчисление [Текст] : [великолепное изложение теоретического материала ; подробно решенные примеры ; задачи разного уровня сложности с ответами] : учебник для физ. и физ.-матем. фак. ун-тов / Л. Э. Эльсгольц. - Изд. стер. - Москва : [Изд-во ЛКИ] : URSS, 2014. - 205 с. - (Классический учебник МГУ). - Библиогр.: с. 202. - ISBN 978-5-382-01476-0 : 289.50. 3. Болдырев, Ю. Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Ю. Я. Болдырев. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 240 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01707-6.https://www.biblio-online.ru/viewer/9ACC282C-3884-4D46-8397-EAF6AF1DD0FF#page/1 4. Эйдерман, В. Я. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Я. Эйдерман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05498-9. https://www.biblio-online.ru/viewer/ADF3D3E7-1501-4778-B2FB-72D616B0323E#page/1
2	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций, решение задач)	1. «Положение о самостоятельной работе студентов»- Утвержденное 11.02.2011г. ФГБОУ ВО «КубГУ». 2. Эльсгольц, Лев Эрнестович. Вариационное исчисление [Текст] : [великолепное изложение теоретического материала ; подробно решенные примеры ; задачи разного уровня сложности с ответами] : учебник для физ. и физ.-матем. фак. ун-тов / Л. Э. Эльсгольц. - Изд. стер. - Москва : [Изд-во ЛКИ] : URSS, 2014. - 205 с. - (Классический учебник МГУ). - Библиогр.: с. 202. - ISBN 978-5-382-01476-0 : 289.50. 3. Болдырев, Ю. Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Ю. Я. Болдырев. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 240 с.

		— (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01707-6. https://www.biblio-online.ru/viewer/9ACC282C-3884-4D46-8397-EAF6AF1DD0FF#page/1 4. Эйдерман, В. Я. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Я. Эйдерман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05498-9. https://www.biblio-online.ru/viewer/ADF3D3E7-1501-4778-B2FB-72D616B0323E#page/1
--	--	--

3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры основных аспектов дисциплины.

Лабораторные занятия позволяют научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Практические занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Таблица - Сочетание видов ОД с различными методами ее активизации для очной формы обучения.

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Лабораторные работы	Групповая дискуссия.	2
Лекция	Проблемная лекция	-
Лекция	Лекция – визуализация	4
	ИТОГО	6

В процессе проведения занятий применяются интерактивные методы обучения.

Групповая дискуссия. Это метод организации совместной коллективной деятельности, позволяющий в процессе непосредственного общения путем логических доводов воздействовать на мнения, позиции и установки участников дискуссии. Целью дискуссии является интенсивное и продуктивное решение групповой задачи. Метод

групповой дискуссии обеспечивает глубокую проработку имеющейся информации, возможность высказывания студентами разных точек зрения по заданной преподавателем проблеме, тем самым способствуя выработке адекватного в данной ситуации решения. Метод групповой дискуссии увеличивает вовлеченность участников в процесс этого решения, что повышает вероятность его реализации.

Проблемная лекция - на этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения.

Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Проблемные вопросы отличаются от не проблемных тем, что скрытая в них проблема требует не однотипного решения, то есть, готовой схемы решения в прошлом опыте нет. Лекция строится таким образом, чтобы обусловить появление вопроса в сознании студента. Учебный материал представляется в форме учебной проблемы. Она имеет логическую форму познавательной задачи, отмечающей некоторые противоречия в ее условиях и завершающейся вопросами, которые это противоречие объективирует. Проблемная ситуация возникает после обнаружения противоречий в исходных данных учебной проблемы. Для проблемного изложения отбираются важнейшие разделы курса, которые составляют основное концептуальное содержание учебной дисциплины, являются наиболее важными для профессиональной деятельности и наиболее сложными для усвоения слушателей. Учебные проблемы должны быть доступными по своей трудности для слушателей.

Лекция – визуализация. Данный вид лекции является результатом нового использования принципа наглядности. Подготовка данной лекции преподавателем состоит в том, чтобы изменить, переконструировать учебную информацию по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения или вручную (схемы, рисунки, чертежи и т.п.). Чтение лекции сводится к связному, развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов, полностью раскрывающему тему данной лекции. Лучше всего использовать разные виды визуализации - натуральные, изобразительные, символические, - каждый из которых или их сочетание выбирается в зависимости от содержания учебного материала. Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения слушателей в новый раздел, тему, дисциплину.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Примерное содержание самостоятельных работ

Практическое занятие 1. Экстремум функций многих переменных
Контрольные вопросы.

1. Что такое экстремум функции?
2. Сформулировать необходимое и достаточное условие экстремума.
3. Сформулировать принцип неопределенных множителей Лагранжа.
4. Перечислить численные методы поиска безусловного экстремума.

Задачи

Безусловный экстремум

Условный экстремум

Практическое занятие 2. Экстремум функционалов.

Контрольные вопросы.

1. Что такое функция и что такое функционал?
2. Что такое расстояние между кривыми?
3. Какие функционалы называются непрерывными?
4. Что такое вариация функционала?
5. Сформулировать необходимое условие экстремума функционала.

Задачи.

Функционал. Близость кривых.

Непрерывность функционалов.

Вариация функционалов

Необходимое условие экстремума.

Практическое занятие 3. Уравнение Эйлера.

Контрольные вопросы.

1. Записать уравнение Эйлера.
2. Сформулировать основную лемму.
3. Перечислить частные случаи функционалов.
4. Перечислить наиболее известные задачи вариационного исчисления.

Задачи.

Вариационные задачи в параметрической форме

Практическое занятие 4. Обобщения (1) основной задачи ВИ.

Контрольные вопросы.

1. Как находятся вариации функционалов?
2. Что такое условия трансверсальности?

Задачи.

Функционалы, зависящие от производных высшего порядка.

Функционалы, зависящие от нескольких независимых функций.

Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных.

Практическое занятие 5. Обобщения (2) основной задачи ВИ.

Контрольные вопросы.

1. Поставить задачу с подвижными границами.
2. Сформулировать условия трансверсальности.
3. Дать определение односторонним вариациям

Задачи.

Задачи с подвижными границами.

Задачи на односторонние вариации

Практическое занятие 6. Вариационные задачи на условный экстремум.

Контрольные вопросы.

1. Сформулировать изопериметрическую задачу?
 2. Сформулировать задачу с конечными связями.
 3. Что называется геодезическим расстоянием?
- Задачи с интегральными связями (изопериметрические).
- Задачи с конечными связями.

Геодезическая линия.

Геодезическое расстояние.

Каноническая форма уравнений Эйлера

Вариационные принципы механики

Практическое занятие 7. Достаточные условия экстремума функционалов.

Контрольные вопросы.

1. Что называется второй вариацией функционала?
2. Что называется полем экстремалей?
3. Дать определения собственному и центральному полям экстремалей.
4. Сформулировать условие Якоби
5. Записать функцию Вейерштрасса.
6. Сформулировать достаточные условия Вейерштрасса.
7. Сформулировать достаточные условия Лежандра..

Задачи.

Вторая вариация функционала.

Поле экстремалей

Достаточное условие Якоби включения экстремали в поле экстремалей

Достаточное условие Лежандра включения экстремали в поле экстремалей

Достаточные условия экстремума функционала

Практическое занятие 8. Теория оптимального управления.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение объекту управления.
2. Сформулировать задачу Лагранжа.

Задачи.

Задача о быстродействии

Примеры задач технических задач

А) Задача о ракете зонде.

Б) Задача о маневре самолета

В) Задача о перелете с орбиты Земли на орбиту Марса

Г) Задача на применение динамического программирования

Практическое занятие 9. Достаточные условия оптимальности.

Контрольные вопросы.

Задачи.

Задачи с фазовыми ограничениями

Условия при которых принцип максимума является достаточным условием экстремума.

Контрольные задания для самостоятельной оценки качества освоения учебной дисциплины

Индивидуальные задания предполагают самостоятельную работу с ППП MathCAD, MATLAB.

1. Индивидуальное задание. Написать программу для решения краевой задачи, возникающей при решении основной задачи вариационного исчисления. Решить задачу тремя способами, используя метод стрельбы, метод конечных разностей, прямой метод.

2. Индивидуальное задание. Написать программу для решения задачи с условиями трансверсальности.

3. Индивидуальное задание. Написать программы для решения краевой задачи, возникающей при решении основной задачи оптимального управления способом стрельбы и методом градиентов.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену

1. Задача о брахистохроне и основные задачи вариационного исчисления.
2. Основные понятия вариационного исчисления.
3. Уравнение Эйлера.
4. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера.
5. Функционалы, зависящие от нескольких функций.
6. Функционалы зависящие от производных высшего порядка.
7. Функционалы зависящие от функций нескольких независимых переменных.
8. Вариационные задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности для вариационных задач с подвижными границами.
9. Задача Больца с подвижными границами.
10. Поле экстремалей. Достаточное условия включения экстремали в поле экстремалей Якоби.
11. Вторая вариация функционала. Достаточные условия экстремума.
12. Достаточное условие Вейерштрасса.
13. Вариационные принципы механики. Каноническая форма уравнений Эйлера.
14. Метод стрельбы для численного решения уравнения Эйлера.
15. Конечно-разностные методы для решения численного решения уравнения Эйлера..
16. Прямые методы решения вариационных задач.
17. Задачи на условный экстремум. Метод неопределённых коэффициентов.
18. Изопериметрические задачи.
19. Задачи с односторонними вариациями.
20. Геодезические линии. Геодезическое расстояние.
21. Задача Пуанкаре и неевклидова геометрия.
22. Постановка задачи оптимального управления.
23. Задача Лагранжа. Задача Майера. Задача Больца
24. Принцип максимума Понтрягина и связь с задачами ВИ. Условия трансверсальности.
25. Доказательство принципа максимума.
26. Метод динамического программирования. и принцип максимума
27. Применение принципа максимума к решению задач.
28. Достаточные условия оптимальности.

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 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .

5.1 Основная литература:

1. Эльсгольц, Лев Эрнестович. Вариационное исчисление [Текст] : [великолепное изложение теоретического материала ; подробно решенные примеры ; задачи разного уровня сложности с ответами] : учебник для физ. и физ.-матем. фак. ун-тов / Л. Э. Эльсгольц. - Изд. стер. - Москва : [Изд-во ЛКИ] : URSS, 2014. - 205 с.
2. Болдырев, Ю. Я. Вариационное исчисление и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Ю. Я. Болдырев. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 240 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01707-6. <https://www.biblio-online.ru/viewer/9ACC282C-3884-4D46-8397-EAF6AF1DD0FF#page/1>
3. Эйдерман, В. Я. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Я. Эйдерман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05498-9. <https://www.biblio-online.ru/viewer/ADF3D3E7-1501-4778-B2FB-72D616B0323E#page/1>

5. 2. Дополнительная литература:

1. Пантелеев, Андрей Владимирович. Вариационное исчисление в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Пантелеев. - М. : Высшая школа, 2006. - 272 с.
2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 107 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04683-0. <https://www.biblio-online.ru/viewer/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14#page/1>
3. Андреева, Елена Аркадьевна. Вариационное исчисление и методы оптимизации [Текст] : учебное пособие / Е. А. Андреева, В. М. Цирулева. - М. : Высшая школа, 2006. - 583 с.
4. Пантелеев, Андрей Владимирович. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летов. - Изд. 2-е, испр. - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с.

5.3. Периодические издания:

1. “Алгебра и логика” / Институт математики им.Соболева СО РАН /Периодичность – 6 раз в год

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

№	Наименование электронного ресурса	Ссылка на электронный адрес
1.	Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ	https://www.kubsu.ru/
2.	Электронная библиотечная	https://www.book.ru

	система «BOOK.ru» ООО «КноРус медиа»	
3.	Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE"	www.biblioclub.ru
4.	Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ООО «ЗНАНИУМ»	www.znanium.com
5.	Электронная библиотечная система издательства "Лань"	http://e.lanbook.com/

1. Российское образование, федеральный портал [Официальный сайт] — [URL: http://www.edu.ru](http://www.edu.ru)
2. Образовательный портал «Учеба» [Официальный сайт] [URL: http://www.ucheba.com/](http://www.ucheba.com/)
3. Портал «Российское образование» [Официальный сайт] [URL: http://www.edu.ru/](http://www.edu.ru/)
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам «Единое окно» [Официальный сайт] [URL: http://window.edu.ru/](http://window.edu.ru/)
5. Федеральная университетская компьютерная сеть России [Официальный сайт] [URL: http://www.runnet.ru/](http://www.runnet.ru/)
6. Служба тематических толковых словарей [Официальный сайт] [URL: http://www.glossary.ru/](http://www.glossary.ru/)
7. Образовательный портал [Официальный сайт] [URL: http://dic.academic.ru/](http://dic.academic.ru/)
8. WebofSciense (архив с 2002 года) рефераты [Официальный сайт] [URL: http://webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)
9. Лекториум «(Минобрнауки РФ) единая Интернет-библиотека лекций [Официальный сайт] [URL: http://www.lektorium.tv/](http://www.lektorium.tv/)
10. Электронный архив документов КубГУ полнотекстов [Официальный сайт] [URL: http://docspace.kubsu.ru](http://docspace.kubsu.ru)

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья.

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.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических (лабораторных) занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

Подготовка к лекциям.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную

деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Подготовка к лабораторным занятиям и практикумам носит различный характер, как по содержанию, так и по сложности исполнения. Проведение прямых и косвенных измерений предполагает детальное знание измерительных приборов, их возможностей, умение вносить своевременные поправки для получения более точных результатов. Многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной научной литературы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Защита лабораторных работ должна происходить, как правило, в часы, отведенные на лабораторные занятия. Студент может быть допущен к следующей лабораторной работе только в том случае, если у него не защищено не более двух предыдущих работ.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучаемого на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы..

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .

8.1 Перечень информационных технологий.

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Операционная система MicrosoftWindows, пакет офисных приложений MicrosoftOffice, антивирус AvastFreeAntivirus.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Банк Росси (ЦБ): www.cbr.ru.
2. Московская Межбанковская валютная биржа: www.micex.ru.
3. Федеральная служба государственной статистики: www.gks.ru
4. Информационный портал Всемирного банка: <http://data.worldbank.org>.
5. Эконометрический пакет Eviews<http://www.eviews.com/home.html>
6. Eviews <http://statmethods.ru/trainings/eviews.html>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номера аудиторий / кабинетов
1.	учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514
2.	учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514
3.	Компьютерные классы с выходом в Интернет	503,509,510
4.	учебные аудитории для выполнения научно – исследовательской работы (курсового проектирования)	Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ) - № 503 Оборудование: мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), принтер, презентации на электронном носителе, сплит-система
5.	учебные аудитории для самостоятельной работы, с рабочими местами, оснащенными компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением неограниченного доступа в электронную информационно-образовательную	Кабинет для самостоятельной работы - № 504 Оборудование: персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет

	среду организации для каждого обучающегося, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин	
6.	Исследовательские лаборатории (центров), оснащенные лабораторным оборудованием	Компьютерный класс № 510 : мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры, учебная мебель, доска учебная, выход в Интернет, наглядные пособия. Сетевое оборудование CISCO (маршрутизаторы, коммутаторы, 19-ти дюймовый сетевой шкаф) сплит-система, стенд «Архитектура ПЭВМ»
7.	Кабинет групповых и индивидуальных консультаций	№508 Оборудование: персональный компьютер, учебная мебель, доска учебная, учебно-наглядные пособия (тематические иллюстрации), сканер, доска магнитно-маркерная, стеллажи с учебной и периодической литературой
8.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Помещение № 511, Помещение № 516, Помещение № 517, Помещение № 518
9.	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации	501,502,503,505,506,507,508, 509, 510,513,514

Согласно письма Министерства образования и науки РФ № МОН-25486 от 21.06.2017г «О разработке адаптированных образовательных программ» -Разработка адаптивной программы необходима в случае наличия в образовательной организации хотя бы одного обучающегося с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов обучение проводится организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

При проведении обучения инвалидов обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение обучения для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей;

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных

помещениях;

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении занятий:

а) для слепых:

-задания и иные материалы оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

-письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

-при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

-задания и иные материалы оформляются увеличенным шрифтом;

-обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

-при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

-обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

-письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

Обучающийся инвалид при поступлении подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении обучения с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности). К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).