

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Давыдов И.А.

27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вариационные методы

специальность 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

специализация «Ракетно-космические композитные конструкции»

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 2 зачетных единиц(ы)

Кафедра: «Естественные науки и информационные технологии»
полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Ярошук Валентина Александровна, к.ф.-м.н., старший преподаватель
Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Естественные науки и информационные технологии»

2023 г.

Протокол от 12 августа 2023 г. № 2

Заведующий кафедрой «Естественные науки и информационные технологии»

12.08 / К. Б. Сентяков
2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2023 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»
(шифр и наименование полностью)

15.04 / Ф. А. Уразбахтин
2023 г.

Руководитель образовательной программы

15.04 / Ф. А. Уразбахтин
2023 г.

Аннотация к дисциплине

Название дисциплины	Вариационные методы
Направление (специальность) подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Направленность (профиль/программа/специализация)	Ракетно-космические композитные конструкции
Место дисциплины	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
Трудоемкость (з.е. / часы)	2 з.е. / 72 часов
Цель изучения дисциплины	Целью освоения дисциплины является познакомить студентов с основными понятиями вариационных методов, как одной из фундаментальных составляющих математической подготовки специалиста
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
Содержание дисциплины (основные разделы и темы)	Основные понятия вариационных методов Постановка основной задачи вариационных методов. Уравнение Эйлера. Задачи о брахистохроне, наименьшей поверхности.. Задачи геометрической оптики. Уравнение Эйлера для параметрической формы задания кривых. Обратная задача вариационного исчисления. Связанные задачи.
Форма промежуточной аттестации	Зачет

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является познакомить студентов с основными понятиями вариационных методов, как одной из фундаментальных составляющих математической подготовки специалиста.

Задачи дисциплины: изучить базовые положения и дидактические единицы вариационных методов в объеме, соответствующем программе дисциплины.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Знания
1	Основные методы постановки и решения вариационных задач.

Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1	Применять вариационные методы для решения конкретных задач.

Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Навыки
1	Владеть методами решения вариационных задач для различных функционалов

Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: - аппарат решения научных и технических задач в области ракетной техники – начертательной геометрии, инженерной графики, высшей математики, теории вероятности, математической статистики, физики, химии, колебаний, теоретической механики, механики жидкости и газа, термодинамики и теплопередачи, электротехники и электроники, сопротивления материалов; - методы и способы решения задач практических задач по определению основных физических, химических, тепловых, электрических параметров; - основы проектирования зубчатых передач, муфт, неразъемных и разъемных соединений,	1		

	а также и технологии создания материалов.			
	ОПК-1.2. Уметь: - применять аппарат высшей математики, теории вероятности и математической статистики, математической логики в решении задач колебаний, механики твердого, жидкого и газообразного тела; - использовать приемы и способы решения задач, связанных с электротехникой, электроникой, термодинамикой, теплопередачей; - проводить исследования элементов ракетной техники с точки зрения используемых материалов и колебательных процессов.		1	
	ОПК-1.3. Владеть: - аппаратом решения прикладных и научных задач; - навыками решения задач описывающие химические физических, тепловые, электрические и информационные процессы. - методами составления алгоритмов для решения технических задач на вычислительной технике, построения и определения размеров геометрических фигур.			1

3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Высшая математика, Информатика.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Термодинамика и теплопередача, Основы математического моделирования и теории подобия в ракетной технике, Теория поиска и принятия решений, Строительная механика ракет, Внешняя баллистика ракет, Основы теории автоматического управления.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

№ п/ п	Раздел дисциплины	Всего часов	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					Содержание самостоятельной работы
				лек	прак	ла б	кча	СРС	
1	Основные понятия вариационных методов	35	3	8	8			19	Выполнение домашних заданий.
2	Вариационные задачи с фиксированными границами	35	3	8	8			19	Выполнение домашних заданий.
	Зачет	2					0,4	1,6	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Всего за семестр, в том числе контроль СР	72		16	16		0,4	39,6	

4.2. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компе- тенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Постановка основной задачи вариационных методов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1	1	1	Работа на практи- ческих занятиях: текущий конт- роль выполнения заданий
2	Уравнение Эйлера. Задачи о брахисто- хроне, наименьшей поверхности.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1	1	1	Работа на практи- ческих занятиях: текущий конт- роль выполнения заданий
3	Задачи геометричес- кой оптики. Уравне- ние Эйлера для пара- метрической формы задания кривых.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1	1	1	Работа на практи- ческих занятиях: текущий конт- роль выполнения заданий
4	Обратная задача вариационного исчисления. Связанные задачи.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1	1	1	Работа на практи- ческих занятиях: текущий конт- роль выполнения заданий

4.3. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекции	Трудоем- кость (час)
1	1	Постановка основной задачи вариационных методов.	4
2	1	Уравнение Эйлера. Задачи о брахистохроне,	4

		наименьшей поверхности.	
3	2	Задачи геометрической оптики. Уравнение Эйлера для параметрической формы задания кривых.	4
4	2	Обратная задача вариационного исчисления. Связанные задачи.	4
	Всего		16

4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1	1	Постановка основной задачи вариационных методов.	4
2	1	Уравнение Эйлера. Задачи о брахистохроне, наименьшей поверхности.	4
3	2	Задачи геометрической оптики. Уравнение Эйлера для параметрической формы задания кривых.	4
4	2	Обратная задача вариационного исчисления. Связанные задачи.	4
	Всего		16

4.5. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

Лабораторные работы не предусмотрены

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

– защиты практических работ:

Примечание: Оценочные материалы (типовые варианты тестов, контрольных работ и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

1. Тракимус Ю.В. Основы вариационного исчисления в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 72 с. — 978-5-7782-1671-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45416.html>.
2. Простейшие задачи вариационного исчисления [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ю.В. Авербух, Т.И. Сережникова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 41 с. — 978-5-7996-1250-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65975.html>;

б) Дополнительная литература:

3. Моклячук М. П. Вариационное исчисление. Экстремальные задачи [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2006. — 428 с. — 5-93972-546-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16495.html>,

в) Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>
2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
3. Базаданных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
4. База данных Scopus <https://www.scopus.com> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
5. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

6. Бесплатная электронная Интернет библиотека нормативно-технической литературы ТехЛит <http://www.tehlit.ru/>
7. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyyreestr-professionalnykh-standartov/>
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
12. Мировая цифровая библиотека <https://www.wdl.org/ru/> Электронная библиотека Programmer's Klondike <https://proklondike.net/>,

г) Программное обеспечение

1. Microsoft Office,

д) Методические указания

1. Вариационное исчисление [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению типового расчета / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мاستихин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 56 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31379.html>
2. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы обучающихся: для обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств/ сост. Р.М. Бакиров, Е.В. Чумакова. – Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2019. – 15 с. – Режим доступа: http://vfistu.ru/images/files/Docs/metorg_po_sam_rabote.pdf
3. Оформление контрольных работ, рефератов, курсовых работ и проектов, отчетов по практике, выпускных квалификационных работ: методические указания/ сост.: А.Ю. Уразбахтина, Р.М. Бакиров, В.А. Смирнов – Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2018. – 25 с. Режим доступа: http://vfistu.ru/images/files/Docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Практические и лабораторные занятия
Учебная аудитория для проведения практических занятий: оборудование - комплекты учебной мебели для обучающихся и преподавателя, доска.
2. Самостоятельная работа.
Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»:
- помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд.№ 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Оценочные средства

по дисциплине

Вариационные методы

(наименование – полностью)

Специальность: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

(шифр, наименование – полностью)

Специализация: «Ракетно-космические композитные конструкции»

(наименование – полностью)

уровень образования - специалитет

форма обучения

очная

(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

№ п/п	Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
1	ОПК-1.1. Знать: - аппарат решения научных и технических задач в области ракетной техники – начертательной геометрии, инженерной графики, высшей математики, теории вероятности, математической статистики, физики, химии, колебаний, теоретической механики, механики жидкости и газа, термодинамики и теплопередачи, электротехники и электроники, сопротивления материалов; - методы и способы решения задач практических задач по определению основных физических, химических, тепловых, электрических параметров; - основы проектирования зубчатых передач, муфт, неразъёмных и разъёмных соединений, а также и технологии создания материалов	Основные методы постановки и решения вариационных задач.	Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий
2	ОПК-1.2. Уметь: - применять аппарат высшей математики, теории вероятности и математической статистики, математической логики в решении задач колебаний, механики твердого, жидкого и газообразного тела; - использовать приемы и способы решения задач, связанных с электротехникой, электроникой, термодинамикой, теплопередачей; - проводить исследования элементов ракетной техники с точки зрения используемых материалов и колебательных процессов.	Применять вариационные методы для решения конкретных задач.	Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий
3	ОПК-1.3. Владеть: - аппаратом решения прикладных и научных задач;	Владеть методами решения вариационных задач для различных	Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения

	- навыками решения задач описывающие химические физические, тепловые, электрические и информационные процессы. - методами составления алгоритмов для решения технических задач на вычислительной технике, построения и определения размеров геометрических фигур.	функционалов	заданий
--	--	--------------	---------

Описание элементов для оценивания формирования компетенций

Наименование: зачет

Представление в ФОС: перечень вопросов

Перечень вопросов для проведения зачета:

1. Определение допустимой кривой в простейшей задаче вариационного исчисления.
2. Постановка основной задачи вариационного исчисления.
3. Определение соседней кривой в простейшей задаче вариационного исчисления.
4. Постановка обратной задачи вариационного исчисления.
5. Определение близкой кривой в простейшей задаче вариационного исчисления.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

Наименование: практическая работа

Представление в ФОС: набор вариантов заданий

Варианты заданий:

Контрольная работа №1

1. Является ли функция $y=x^5$ функцией класса $C^{(2)}$ на $(0, 1)$

2. Назовём допустимой кривой $y=f(x)$ ту, для которой:

а) $y(0)=0, y(1)=0, x \in (0,1)$

б) $|f(x)| \leq 1, x \in (0,1)$

в) $f(x) \in \text{классу } C^{(1)} \text{ на } (0, 1)$

Является ли допустимой на $(0,1)$ кривая $y=x(x-1)(x-2)$. 3. Постановка задачи о наименьшей поверхности вращения.

4. В задаче отыскания относительного минимума интеграла I написать уравнение Эйлера при условиях $y(x_0)=y_0, y(x_1)=y_1$.

x_1

$$\int_{x_0}^x (x^2 (y'_x)^2 + (\sin^2 y) (y'_x)^3) dx$$

x_0

Контрольная работа №2

1. Экстремум двойного интеграла.

2. В задаче отыскания минимума функционала

x_1

$$y(x) = \int_{x_0}^x (y^2(y'_x)^2 + (y''_{xx})^3 x^5) dx$$

При граничных условиях $y(x_0)=y_0$, $y(x_1)=y_1$, $y'_x(x_0)=y'_0$, $y'_x(x_1)=y'_1$. Написать уравнение Эйлера-Пуассона.

2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1	ПР: Постановка основной задачи вариационных методов.	10	20
2	ПР: Уравнение Эйлера. Задачи о брахистохроне, наименьшей поверхности.	10	20
3	ПР: Задачи геометрической оптики. Уравнение Эйлера для параметрической формы задания кривых.	15	30
4	ПР: Обратная задача вариационного исчисления. Связанные задачи.	15	30
	Итого	50	100

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Практическая работа	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

Оценка	Набрано баллов
Зачтено	60-100
Не зачтено	50-59

Если сумма набранных баллов менее 50 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 50 до 59 баллов, обучающийся допускается до зачета с оценкой.

Билет к зачету с оценкой включает 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание (задача).

Промежуточная аттестация проводится в форме практического задания.

Время на подготовку: 60 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки.

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	Обучающийся показал полное знание теоретического материала, владение основной литературой, рекомендованной программой, умение самостоятельно решать задачи (выполнять задания), способность аргументировано отвечать на вопросы и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Не зачтено	Обучающийся при ответе демонстрирует существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает грубые ошибки в формулировке основных понятий и при решении типовых задач (при выполнении типовых заданий), не способен ответить на наводящие вопросы преподавателя. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.