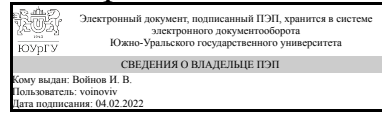


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



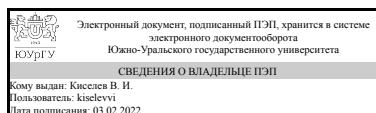
И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.03 Вариационные методы в проектировании ЛА для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

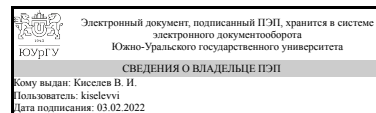
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

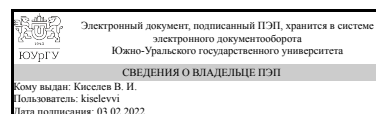
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



В. И. Киселев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

1. Цели и задачи дисциплины

Обеспечить математическое образование дипломированного специалиста, достаточное для изучения других дисциплин, а также для работы по специальности.

Краткое содержание дисциплины

Задачи, приводящие к вариационным проблемам (на примере задачи Дидоны, задачи о брахистохроне). Понятие функционала. Понятие вариации функции и вариации функционала. Лемма Лагранжа, лемма Дюбуа-Реймона. Простейшая вариационная задача. Уравнение Эйлера. Вывод уравнения Эйлера. Анализ уравнения Эйлера для различных случаев функционала (допускающих понижение порядка). Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления (функционал от нескольких функций, с производными высшего порядка, от функции многих переменных). Канонический вид уравнений Эйлера. Задача со свободными концами. Условия трансверсальности. Параметрическое представление задачи. Инвариантность уравнения Эйлера. Метод множителей Лагранжа в задачах ВИ. Первое необходимое условие экстремума. Следствия из него (уравнение Эйлера, уравнение Вейерштрасса-Эрдмана, условие Гильберта). Поле экстремалей. Понятие поля экстремалей. С-дискриминант, огибающая, сопряженная точка. Достаточное условие Якоби включения экстремали в поле экстремалей. Достаточное условие Лежандра включения экстремали в поле экстремалей. Фигуратриса. Достаточные условия экстремума (Вейерштрасса, Лежандра). Задачи на условный экстремум. Задача отыскания геодезических. Изопериметрическая задача. Обобщения. Разрывные задачи. Односторонние вариации. Теория Гамильтона-Якоби. Вариационные принципы механики (принцип Гамильтона-Остроградского, принцип наименьшего действия в форме Лагранжа). Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Общая идея прямых методов. Метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: проблемные ситуации на основе системного подхода Умеет: использовать CALS- технологии Имеет практический опыт: разрабатывать последовательность решения поставленной задачи

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.11 Физика, 1.О.28 История ракетно-космической техники, 1.О.12 Химия	1.О.32 Основы патентных исследований, 1.О.20 Планирование эксперимента и методы обработки результатов в проектировании летательных аппаратов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.12 Химия	Знает: строение и свойства химических элементов, основополагающие представления о химической связи, различие физико-химических свойств веществ находящихся в разных агрегатных состояниях, теорию химических процессов, химию элементов, химические процессы при защите окружающей среды Умеет: использовать полученные знания и навыки для выявления естественнонаучных проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности Имеет практический опыт: расчетов по химическим уравнениям; термодинамических расчетов; расчетов растворов; расчетов окислительно-восстановительных реакций
1.О.28 История ракетно-космической техники	Знает: основные пути развития и совершенствования авиационной и ракетно-космической деятельности, историю развития ракетно-космической техники, роль русских ученых в развитии ракетно-космической техники, историю ВУЗа Умеет: критически и системно анализировать достижения авиационной и ракетно-космической техники, анализировать пути развития РКТ Имеет практический опыт: поиска научно-технической информации в области авиационной и ракетно-космической техники, применения основных законов и понятий ракетно-космической техники
1.О.11 Физика	Знает: основные физические явления и основные законы физики; назначение и принципы действия физических приборов Умеет: применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем; записывать уравнения для физических величин в системе СИ; использовать различные методики измерений и обработки экспериментальных данных Имеет практический опыт: описания и анализа физической модели конкретных естественнонаучных задач; обработки и интерпретации результатов эксперимента

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего	Распределение по семестрам
--------------------	-------	----------------------------

	часов	в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачёту	20	20	
Решение задач	33,75	33,75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Первая вариация и необходимые условия экстремума	12	4	8	0
2	Вторая вариация и достаточные условия экстремума	18	6	12	0
3	Канонические уравнения и вариационные принципы	12	4	8	0
4	Прямые методы вариационного исчисления	6	2	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Задачи, приводящие к вариационным проблемам (на примере задачи Дидоны, задачи о брахистохроне). Понятие функционала. Понятие вариации функции и вариации функционала. Лемма Лагранжа, лемма Дюбуа-Реймона. Простейшая вариационная задача. Уравнение Эйлера. Вывод уравнения Эйлера. Анализ уравнения Эйлера для различных случаев функционала (допускающих понижение порядка).	2
2	1	Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления (функционал от нескольких функций, с производными высшего порядка, от функции многих переменных). Канонический вид уравнений Эйлера. Параметрическое представление задачи. Инвариантность уравнения Эйлера. Метод множителей Лагранжа в задачах ВИ. Первое необходимое условие экстремума. Следствия из него (уравнение Эйлера, уравнение Вейерштрасса-Эрдмана, условие Гильберта). Задача со свободными концами. Условия трансверсальности.	2
3	2	Поле экстремалей. Понятие поля экстремалей. С-дискриминант, огибающая, сопряженная точка. Достаточное условие Якоби включения экстремали в поле экстремалей.	2

4	2	Достаточное условие Лежандра включения экстремали в поле экстремалей. Фигуратриса. Достаточные условия экстремума (Вейерштрасса, Лежандра).	2
5	2	Задачи на условный экстремум. Задача отыскания геодезических. Изопериметрическая задача. Обобщения.	2
6	3	Разрывные задачи. Односторонние вариации. Теория Гамильтона-Якоби.	2
7	3	Вариационные принципы механики (принцип Гамильтона-Остроградского, принцип наименьшего действия в форме Лагранжа). Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби.	2
8	4	Общая идея прямых методов. Метод Эйлера. Метод Ритца. Метод Канторовича.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Задачи, приводящие к вариационным проблемам. Понятие функционала. Понятие вариации функции и вариации функционала. Простейшая вариационная задача. Уравнение Эйлера. Вывод уравнения Эйлера. Анализ уравнения Эйлера для различных случаев функционала (допускающих понижение порядка).	4
2	1	Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления (функционал от нескольких функций, с производными высшего порядка, от функции многих переменных). Канонический вид уравнений Эйлера. Параметрическое представление задачи. Инвариантность уравнения Эйлера. Метод множителей Лагранжа в задачах ВИ. Первое необходимое условие экстремума. Уравнение Эйлера, уравнение Вейерштрасса-Эрдмана, условие Гильберта. Задача со свободными концами. Условия трансверсальности.	4
3	2	Поле экстремалей. Понятие поля экстремалей. С-дискриминант, огибающая, сопряженная точка. Достаточное условие Якоби включения экстремали в поле экстремалей.	4
4	2	Достаточное условие Лежандра включения экстремали в поле экстремалей. Фигуратриса. Достаточные условия экстремума (Вейерштрасса, Лежандра).	4
5	2	Задачи на условный экстремум. Задача отыскания геодезических. Изопериметрическая задача. Обобщения.	4
6	3	Разрывные задачи. Односторонние вариации. Теория Гамильтона-Якоби.	4
7	3	Вариационные принципы механики (принцип Гамильтона-Остроградского, принцип наименьшего действия в форме Лагранжа). Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби.	4
8	4	Общая идея прямых методов. Метод Эйлера. Метод Ритца. Метод Канторовича	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачёту	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1; ЭУМД,	7	20

	осн. лит. 5-7; доп. лит. 2-4; метод. пос. 1-6.		
Решение задач	ПУМД, осн. лит. 1; доп. лит. 1; ЭУМД, осн. лит. 5-7; доп. лит. 2-4; метод. пос. 1-6.	7	33,75

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Задача 1	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Задача 2	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Задача 3	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3	зачет

						баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
4	7	Текущий контроль	Задача 4	1	3	Решение задач осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
5	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	6	Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1-2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проходит в форме устного собеседования. Каждому студенту выдается 2 вопроса. На подготовку дается 0,5 часа.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
УК-1	Знает: проблемные ситуации на основе системного подхода	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: использовать CALS- технологии	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: разрабатывать последовательность решения поставленной задачи	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ванько, В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Текст] : учебник для вузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М. : Издательство

б) дополнительная литература:

1. Бугров, Я. С. Высшая математика. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - М. : Наука, 1985. - 464 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Соколов, А. В. Методы оптимальных решений. В 2 т. : учебное пособие . Т. 1 : Общие положения. Математическое программирование / А. В. Соколов, В. В. Токарев. - М. : Физматлит, 2011. - 564 с. - (Анализ и поддержка решений).

2. Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45675

3. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 220 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70710

4. Паршев, Л.П. Вариационное исчисление [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мاستихин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 56 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52058

5. Поршневу, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 727 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650

6. Токарев, В. В. Методы оптимальных решений. В 2 т. : учебное пособие . Т. 2 : Многокритериальность. Динамика. Неопределенность / В. В. Токарев. - М. : Физматлит, 2011. - 420 с. - (Анализ и поддержка решений).

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45675

2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория

знаний"), 2015. — 220 с. — Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70710

3. Паршев, Л.П. Вариационное исчисление [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мاستихин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 56 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52058

4. Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 727 с. — Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Токарев, В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т.2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 415 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59653
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карп, К.А. Инженерные методы вероятностного анализа авиационных и космических систем [Электронный ресурс] : / К.А. Карп, В.Н. Евдокименко, В.Г. Динева. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 317 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2196
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Паршев, Л.П. Вариационное исчисление [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мастихин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 56 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52058
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мышкис, А.Д. Математика для технических ВУЗов. Специальные курсы. [+Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 633 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=282
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абдрахманов, В.Г. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Абдрахманов, А.В. Рабчук. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45675
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Романко, В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 345 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70785
7	Основная литература	Электронно-библиотечная	Косяков, М.С. Введение в распределенные вычисления [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан.

	система издательства Лань	— Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2014. — 155 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70827
--	---------------------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	304 (5)	1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17" SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611
Лекции	304 (5)	1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17" SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611