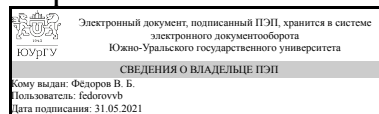


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



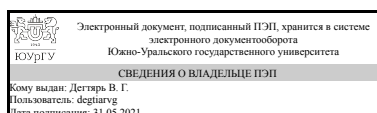
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.44 Вариационные методы в проектировании ЛА
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

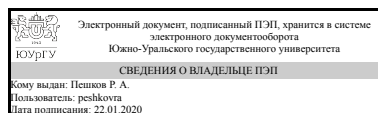
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Р. А. Пешков

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - продемонстрировать суть вариационных методов как математической основы строительной механики авиационных и ракетных конструкций; основы теории устойчивости равновесия тонкостенных стержней, пластин и оболочек. Задачи - Дать возможность обучаемому: 1. Обрести навык решения задач прочности и устойчивости балок, стержней, пластин с помощью методов Ритца, Галеркина и конечных разностей. 2. Понять, что в современном программном обеспечении для расчетов на прочность и устойчивость заложены идеи вариационных методов. 3. Понять принципиальную важность тщательности подготовки исходных данных для расчетов на прочность и устойчивость (выбор конечного элемента, формулировка граничных условий, сопряжение элементов конструкции).

Краткое содержание дисциплины

Стационарные значения и экстремумы функций и функционалов. Вариация функции, первая и вторая вариации функционала. Основная задача вариационного исчисления. Экстремальные свойства энергии внешних и внутренних сил деформированного тела. Теорема о минимуме потенциальной энергии (принцип Лагранжа). Потенциальная энергия деформации. Потенциал внешних сил. Уравнение Эйлера вариационной задачи. Предварительные и естественные граничные условия. Метод Ритца. Точность определения прогиба и напряжений. Метод Галеркина. Суть ортогонализации функции-ошибки. Способ минимума квадратичного отклонения. Метод конечных разностей. Метод сеток в расчете прямоугольных пластин. Вариационный способ получения дифференциального уравнения изгиба прямоугольных пластин и корректных граничных условий.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Знать:основные объекты ракетной техники
	Уметь:проводить моделирование с использованием вариационных методов функционирования отдельных систем ракет и ракетно-космической техники
	Владеть:навыками построения физических и математических моделей исследуемых объектов
ОК-2 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	Знать:основные задачи, оказавшие наибольшее влияние на развитие вариационного исчисления
	Уметь:находить экстремали функционала
	Владеть:представлением о том, какие силы действуют на изделие при нагружении, причины их возникновения
ОК-3 способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения	Знать:достоинства и недостатки вариационных метода при определении перемещений и напряжений деформируемой системы
	Уметь:осуществлять выбор одного из методов

	для расчета поведения конструкции исходя из критериев его применимости
	Владеть:навыками построения расчетных моделей исходя из граничных условий задачи
ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Знать:физическую основу вариационных методов строительной механики тонкостенных конструкций
	Уметь:разрабатывать математические модели поведения конструкции изделия под действием внешних и внутренних сил
	Владеть:представлением о том, что вариационные принципы лежат в основе современных эффективных численных решений

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.14 Сопротивление материалов, Б.1.05.02 Математический анализ	Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники, Б.1.46 Компьютерный инженерный анализ систем РКТ, Б.1.36 Вычислительная техника в инженерной практике

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

Дисциплина	Требования
Б.1.05.02 Математический анализ	Знать основы дифференциального и интегрального исчисления, уметь решать обыкновенные дифференциальные уравнения и определять константы интегрирования
Б.1.07 Информатика и программирование	Иметь навык работы на персональном компьютере в части использования программного обеспечения по линейной алгебре
Б.1.14 Сопротивление материалов	Знать основы курса сопротивления материалов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	16	16

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	40	40
Индивидуальная работа	10	10
Проработка теоретического материала, выносимого для самостоятельного изучения	10	10
Подготовка к зачету	20	20
Вид итогового 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	Основная задача вариационного исчисления. Первая и вторая вариации функционала	3	3	0	0
2	Потенциальная энергия деформации. Полная потенциальная энергия системы. Уравнение Эйлера вариационной задачи.	7	3	4	0
3	Метод Ритца (достоинства и недостатки)	6	2	4	0
4	Метод Галеркина и способ минимума квадратичного отклонения (достоинства и недостатки)	7	3	4	0
5	Метод конечных разностей. Метод сеток. Преимущества в связи с применением ЭВМ.	7	3	4	0
6	Вариационный способ получения дифференциальных уравнений и корректных граничных условий для деформируемых систем	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Экстремальные свойства энергии внешних и внутренних сил деформированного тела. Принцип возможных работ. Принцип возможных перемещений.	2
2	1	Принцип возможных перемещений для упругого тела. Теорема о минимуме потенциальной энергии. Принцип Лагранжа (принцип вариации деформированного состояния)	1
3	2	Потенциальная энергия деформации. Полная потенциальная энергия системы.	2
4	2	Уравнение Эйлера вариационной задачи. Предварительные и естественные граничные условия. Случай подвижных и фиксированных границ	1
5	3	Метод Ритца. Выбор функции перемещения. Соблюдение граничных условий. Разбор примера. Достоинства и недостатки метода при определении перемещений и напряжений деформируемой системы	2
6	4	Метод Галеркина. Суть ортогонализации функции-ошибки. Чувствительность к степени аппроксимации производных функции перемещения.	2
7	4	Способ минимума квадратичного отклонения. Достоинства и недостатки этих методов при решении задач.	1
8	5	Метод конечных разностей. Центральные разности. Разности вперед-назад (правые-левые). Решение дифференциальных уравнений в конечных разностях. Преимущества метода. Метод сеток в расчете прямоугольных	3

		пластин	
9	6	Вариационный способ получения дифференциального уравнения поперечного изгиба прямоугольных пластин и корректных граничных условий	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Примеры на составление выражений для полной потенциальной энергии системы (стержень, балка, кольцо-шпангоут, прямоугольная пластина)	2
2	2	Решение задач с помощью уравнения Эйлера вариационной задачи (стержень, балка) с упором на самостоятельную работу	2
3	3	Разбор задачи об изгибе балки. Определение формы деформированного кольца. Влияние межслойного сдвига на критическое усилие стержня из композиционного материала. Задача устойчивости прямоугольной пластины с одним свободным краем	4
4	4	Задача об устойчивости стержня под действием собственного веса. Задача устойчивости пластины при сдвиге.	4
5	5	Пример расчета балки в центральных и правых разностях. Простейший расчет прямоугольной пластины методом сеток: два приближения	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Проработка теоретического материала, выносимого для самостоятельного изучения	Основная и дополнительная литература	10
Индивидуальная работа	Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил. (стр. 76-87)	10
Подготовка к зачету	Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил. (глава 1)	20

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проведение интерактивных лекций	Лекции	Использование презентаций при проведении лекционных занятий	2
Использование	Практические	Решение задач с выходом на ЭВМ	2

информационных ресурсов и баз данных	занятия и семинары		
--------------------------------------	--------------------	--	--

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-3 способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)	Бтлеты к зачету
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)	Билеты к зачету
Все разделы	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)	Билеты к зачету
Все разделы	ОК-2 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)	Билеты к зачету
Основная задача вариационного	ОК-2 способностью использовать базовые положения математики,	Контрольная работа в виде письменного	Список контрольных

исчисления. Первая и вторая вариации функционала	естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	опроса-1	вопросов-1
Потенциальная энергия деформации. Полная потенциальная энергия системы. Уравнение Эйлера вариационной задачи.	ОК-3 способностью критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения	Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-1	Контрольная задача-1
Метод Ритца (достоинства и недостатки)	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-2	Контрольная задача-2
Метод Галеркина и способ минимума квадратичного отклонения (достоинства и недостатки)	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Контрольная работа в виде письменного опроса-2	Список контрольных вопросов-2
Метод конечных разностей. Метод сеток. Преимущества в связи с применением ЭВМ.	ОК-2 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-3	Контрольная задача-3
Вариационный способ получения дифференциальных уравнений и корректных граничных условий для деформируемых систем	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Контрольная работа в виде письменного опроса-3	Список контрольных вопросов-3

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии
--------------	-----------------------------------	----------

		оценивания
<p>Контрольная работа в виде письменного опроса-1</p>	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -1. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут 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 5 баллам. Частично правильный ответ соответствует 3 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия - 10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
<p>Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)</p>	<p>Промежуточная аттестация включает два мероприятия: письменный опрос и решение задач из билета. Контрольные мероприятия промежуточной аттестации проводятся во время сдачи за-чета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оце-нивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополни-тельные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 2 вопросов в билете. Время, отведенное на опрос -30 минут Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Частично правильный ответ соответствует 3 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Задача состоит из расчетной и графической части. На решение задач отводится 1 час. Критерии оценивания решения задачи № 3 в билете: - расчет и графическая часть выполнены верно – 20 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 15 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 10 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 5 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 2 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Критерии оценивания решения задачи № 4 в билете: - расчет и графическая часть выполнены верно – 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 8 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 6 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 4 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 2 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 30. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>

<p>Контрольная работа в виде письменного опроса-2</p>	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -4. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут 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 5 баллам. Частично правильный ответ соответствует 3 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия - 10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
<p>Контрольная работа в виде письменного опроса-3</p>	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -6. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут 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 5 баллам. Частично правильный ответ соответствует 3 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия - 10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60 %</p>
<p>Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-1</p>	<p>Контрольная работа осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -2. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части - построение эпюр. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 9 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 7 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>
<p>Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-2</p>	<p>Контрольная работа осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -3. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части - построение эпюр. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>

	часть выполнены верно – 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 9 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 7 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	
Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-3	Контрольная работа осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела -5. Студенту дается задача. Задача состоит из расчетной и графической части - построение эпюр. На решение задачи отводится 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания решения задачи: - расчет и графическая часть выполнены верно – 10 баллов; - расчет выполнен верно, графическая часть имеет недочеты – 9 баллов; - расчет имеет недочеты, графическая часть выполнена верно – 8 баллов; - расчет и графическая часть имеют недочеты – 7 баллов; - расчет и графическая часть имеют грубые замечания – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная работа в виде письменного опроса-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие силы действуют на тело при нагружении, причины возникновения. 2. Принцип возможных работ. 3. Аналитическая формулировка принципа возможных работ. 4. Принцип возможных перемещений. 5. Аналитическая формулировка принципа возможных перемещений. 6. Принцип минимума полной потенциальной энергии. 7. Вариационное уравнение Лагранжа. 8. Вывод уравнения поперечного изгиба жестко защемленной балки с одной стороны, нагруженной распределенной нагрузкой. 9. Понятие нейтральной оси балки.
Мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета (письменный опрос и решение задачи)	Билеты к зачету.doc
Контрольная работа в виде письменного опроса-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритм определения поля перемещений методом Рэлея-Ритца. 2. Требования, предъявляемые к аппроксимирующим функциям в методе Рэлея-Ритца. 3. Вывод вариационного критерия потери устойчивости в форме Брайана. 4. Основные различия вариационного критерия потери устойчивости в форме Брайана и в форме Тимошенко.

	<p>5. Алгоритм решения задачи устойчивости прямоугольной пластины с одним свободным краем, нагруженной распределенными контурными силами с использованием метода Рэлея-Ритца.</p> <p>6. Связь метода Бубнова-Галеркина с методом Рэлея-Ритца.</p> <p>7. Преимущества метода Рэлея-Ритца.</p>
Контрольная работа в виде письменного опроса-3	<p>1. Решение уравнения прогиба шарнирно опертого стрелы переменной жесткости, нагруженного осевой сжимающей силой и поперечной нагрузкой методом прогонки.</p> <p>2. Применение метода конечных разностей при решении двумерных задач.</p> <p>3. Матричное уравнение, описывающее общий случай напряженно-деформированного состояния двумерной системы.</p> <p>4. Уравнение двумерной задачи в разностной форме для четырехугольной сетки</p> <p>5. Уравнение двумерной задачи в разностной форме для треугольной сетки.</p> <p>6. Алгоритм решения методом конечных разностей.</p> <p>7. Преимущества и недостатки метода конечных разностей.</p> <p>8. Центральные разности. Разности вперед-назад (правые-левые). Вторая, третья и четвертые разности.</p> <p>9. Условие минимума полной потенциальной энергии в вариационно-разностной форме с использованием весовых функций.</p>
Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-1	Варианты индивидуальной работы в виде решения задачи-1.doc
Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-2	Варианты индивидуальной работы в виде решения задачи-2.doc
Проведение индивидуальной работы в виде решения задачи-3	Варианты индивидуальной работы в виде решения задачи-3.doc

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление Учеб. для физ. и физ.-мат. фак. ун-тов Л. Э. Эльсгольц. - 5-е изд. - М.: УРСС, 2002. - 319 с. ил.
2. Алфутов, Н. А. Устойчивость движения и равновесия Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломиров. специалистов в обл. машиностроения и систем упр. Н. А. Алфутов, К. С. Колесников; Под ред. К. С. Колесникова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 252,[1] с.
3. Балабух, Л. И. Строительная механика ракет Текст Учебник Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. - М.: Высшая школа, 1984. - 391 с. ил.
4. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов Пер. с нем.; Под ред. Г. Гроше, В. Циглера. - Изд. перераб. - М.: Наука, 1980. - 975 с. Ил.

б) дополнительная литература:

1. Краснов, М. Л. Вариационное исчисление Текст учебное пособие для вузов М. Л. Краснов и др. - М.: Наука, 1973. - 191 с. черт.
2. Вся высшая математика Текст Т. 6 Вариационное исчисление. Линейное программирование. Вычислительная математика. Теория сплайнов учебник для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 2-е. - М.: URSS : Едиториал УРСС, 2010. - 254 с. ил.
3. Васидзу Кюихиро Вариационные методы в теории упругости и пластичности Текст Кюихиро Васидзу ; пер. с англ. В. В. Кобелева, А. П. Сейраняна ; под ред. Н. В. Баничука. - М.: Мир, 1987. - 542 с. ил.
4. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях Учеб. пособие Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков; Под. ред. В. А. Садовниченко. - М.: Высшая школа, 2000. - 189,[1] с. ил.
5. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - М.: Высшая школа, 2004. - 479, [1] с. ил.
6. Победря, Б. Е. Численные методы в теории упругости и пластичности Учеб. пособие для вузов по направлению и спец."Механика". - 2-е изд. - М.: Издательство МГУ, 1995. - 365,[1] с. ил.

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

1. Вестник ЮУрГУ, "Математическое моделирование и программирование"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Пешков, Р.А. Вариационные методы: методические указания Р.А. Пешков, Ю.М. Хищенко - Челябинск, 2017 - 29 с.
2. Пантелеев, А.В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2006 - 271 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Пешков, Р.А. Вариационные методы: методические указания Р.А. Пешков, Ю.М. Хищенко - Челябинск, 2017 - 29 с.
4. Пантелеев, А.В. Вариационное исчисление в примерах и задачах: учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2006 - 271 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Паршев, Л.П. Вариационное исчисление. [Электронный ресурс] / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мاستихин. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 53 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52058 — Загл. с	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		экрана.		
2	Основная литература	Гюнтер, Н.М. Курс вариационного исчисления. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/119 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. 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	110 (2)	Компьютеры, программное обеспечение матричной алгебры
Лекции	246 (2)	Ноутбук, проектор