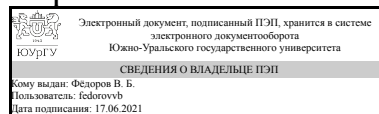


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



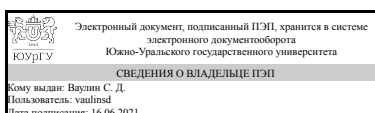
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.09 Практикум по виду профессиональной деятельности для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень специалист тип программы Специалитет
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

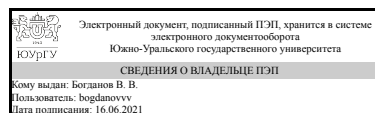
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



С. Д. Вавлин

Разработчик программы,
старший преподаватель



В. В. Богданов

1. Цели и задачи дисциплины

Обучить студентов методикам и приёмам использования современных средств автоматизации и вычислительной техники для выполнения проектно-конструкторских работ по созданию (проектированию и конструированию) двигателей летательных аппаратов. Сформировать у студентов навыки владения методиками трёхмерного моделирования, проведения численных симуляций теплофизических процессов, позволяющие рассчитывать теплофизические характеристики конструкций. Сформировать у студентов навыки использования ЭВМ для принятия оптимальных проектно-конструкторских решений как в области отдельных важных узлов конструкции, так и изделия в целом.

Краткое содержание дисциплины

Подготовка исходных данных и проведение серии симуляций на ЭВМ различных задач гидрогазодинамики (внешние течения, внутренние течения в каналах различной геометрии при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях потока), а так же задач теплообмена (конвективного, радиационного) при помощи современных численных методов и пакетов программного обеспечения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-13 способностью применять прикладные программные средства при решении практических вопросов	Знать:
	Уметь: применять на практике программные пакеты трёхмерного твердотельного моделирования и вычислительной гидрогазодинамики.
	Владеть:
ОПК-6 способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Знать:
	Уметь: самостоятельно при помощи ЭВМ проводить инженерные расчёты гидрогазодинамики, тепло- и массообмена в широкой области направлений деятельности, в том числе в сферах жилищно-коммунального хозяйства, нефте-газовой отрасли, сельском хозяйстве.
	Владеть:
ОК-12 наличием навыков работы с компьютером как средством управления и получения информации	Знать:
	Уметь: обращаться с ЭВМ как с инструментом получения расчётных данных конструкции и проведения численного эксперимента.
	Владеть:

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.13 Компьютерная графика,	ДВ.1.09.02 Моделирование теплофизических

Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.12 Инженерная графика, Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	процессов, ДВ.1.09.01 Моделирование процессов жидкостных ракетных двигателей
--	--

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

Дисциплина	Требования
Б.1.07 Информатика и программирование	Знание принципов работы ЭВМ, машинного счёта. Навыки написания алгоритмов решения численных задач. Умение пользоваться программными средствами для создания и модификации программ для ЭВМ.
Б.1.12 Инженерная графика	Знание основ инженерной графики: формы представления трёхмерных объектов на плоскости, типы проекций, основные требования ЕСКД к созданию и оформлению чертежей деталей и сборочных единиц изделий. Умение правильно интерпретировать чертежи, создавать по ним трёхмерные модели. Навыки построения на плоскости проекций и сечений геометрических фигур произвольной формы.
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Знание основных законов термодинамики. Навыки выполнения расчётов теплопередачи простых случаев: теплопроводность сквозь плоскую или цилиндрическую стенку, конвективный и радиационный теплообмен.
Б.1.13 Компьютерная графика	Знание основ и концепций компьютерной графики: поверхностное, твердотельное и гибридное моделирование; визуализация. Умение создавать электронные модели деталей и сборочных единиц, а так же чертежи на их основе в каком-либо пакете САПР.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		6	7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	72	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	64	32	32
Лекции (Л)	0	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	128	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	88	8	40	40
Самостоятельное проведение численных симуляций по	24	0	12	12

заданию преподавателя				
Проработка лекционного материала	32	8	12	12
Подготовка 3D моделей по заданию преподавателя	24	0	12	12
Работа с источниками информации (в том числе с ресурсами сети Интернет) в рамках подготовки исходных данных	8	0	4	4
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Организация научных исследований и инженерных расчётов	2	0	2	0
2	Современные методы проектирования и конструирования сложных технических систем	42	0	42	0
3	Методы проведения численных симуляций задач гидрогазодинамики с использованием современных средств ЭВМ	54	0	54	0
4	Методы проведения численных симуляций задач теплообмена с использованием современных средств ЭВМ	30	0	30	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи газодинамических и теплофизических исследований	2
2	2	Методы моделирования и проведения численных симуляций. Обзор и краткая характеристика	2
3	2	Методы научного и инженерного моделирования. Твердотельное, поверхностное и смешанное моделирование. Параметрическое и свободное моделирование	6
4	2	Инженерное моделирование конструкций. Эскизы. Базовые приёмы: выдавливание, вращение	4
5	2	Инженерное моделирование конструкций. Базовые приёмы: операции по сечениям	6
6	2	Инженерное моделирование конструкций. Сложные приёмы: массивы, пространственные кривые, листовые тела	6
7	2	Инженерное моделирование конструкций. Сложные приёмы: поверхностное моделирование, булевы операции	6
8	2	Инженерное моделирование конструкций. Преобразование и передача данных между пакетами САПР. Импорт и экспорт	6
9	2	Создание расчётных сеток для проведения математических симуляций гидрогазодинамических и теплофизических процессов. Типы сеток. Способы оптимизации и улучшения расчётных сеток	6
10	3	Математические симуляции задач гидрогазодинамики. Постановка задачи. Математическая модель: исходные данные, начальные и граничные условия,	6

		принятые допущения, границы применимости	
11	3	Математические симуляции стационарного течения несжимаемой жидкой сплошной среды с использованием сходящихся решателей	4
12	3	Анализ полученных расчётных данных. Методы постобработки. Визуализация	2
13	3	Методы симуляции задач турбулентного течения. Осреднение по Рейнольдсу. Модели турбулентности. Метод "больших вихрей". Прямое численное моделирование	6
14	3	Математические симуляции нестационарного (дозвукового) течения несжимаемой жидкой сплошной среды с использованием временных решателей	6
15	3	Математические симуляции стационарного течения сжимаемой жидкой сплошной среды (идеальный газ) с использованием сходящихся решателей	6
16	3	Математические симуляции нестационарного дозвукового течения сжимаемой жидкой сплошной среды (идеальный и реальный газы) с использованием временных решателей	6
17	3	Математические симуляции нестационарного сверхзвукового течения сжимаемой жидкой сплошной среды (идеальный и реальный газы) с использованием временных решателей	6
18	3	Математические симуляции течения гетерогенных сред (газо-жидкостные смеси, запылённые газовые среды)	6
19	3	Математические симуляции гидрогадодинамики конструкций переменной геометрии (турбонасосное оборудование)	6
20	4	Математические симуляции задач тепломассообмена. Постановка задачи. Математическая модель: исходные данные, начальные и граничные условия, принятые допущения, границы применимости	6
21	4	Математические симуляции вынужденной конвекции	3
22	4	Математические симуляции свободной конвекции	3
23	4	Математические симуляции радиационного теплообмена	6
24	4	Сопряжённые симуляции гидрогазодинамики и тепломассообмена	6
25	4	Математические симуляции процессов с участием химических реакций горения	6

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
Параметрическое моделирование	Справка по Компас-3D	20
Численная симуляция задач гидрогазодинамики	Встроенная справка по пакету вычислительной гидрогазодинамики OpenFOAM; Учебный курс по открытым пакетам [Текст] / Крапошин М., Самоваров О., Стрижак С. -- М.: МГТУ им. Баумана, 2013.	40
Метод конечных разностей	Теория разностных схем [Текст] / Самарский А. А. -- М.: "Наука", 1983.	2
Численная симуляция задач	Встроенная справка по пакету	20

теплообмена	вычислительной гидрогазодинамики OpenFOAM; Учебный курс по открытым пакетам [Текст] / Крапошин М., Самоваров О., Стрижак С. -- М.: МГТУ им. Баумана, 2013.	
Метод конечных элементов	Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. [Текст] / Галлагер Р. -- М.: "Мир", 1984.	2
Задачи экспериментальных исследований	Теория инженерного теплофизического эксперимента: Учебное пособие [Текст] / Ваулин С. Д., Волошина И. А. -- Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005.	4

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Моделирование конструкций и математические симуляции физических и химических процессов с применением ЭВМ	Практические занятия и семинары	Разработка геометрии, задание расчётных областей и сеток, расчёты и обработка полученных данных с использованием современных пакетов САПР и вычислительной гидрогазодинамики	126

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-12 наличием навыков работы с компьютером как средством управления и получения информации	зачёт (6 семестр)	по вариантам
Все разделы	ОК-13 способностью применять прикладные программные средства при решении практических вопросов	зачёт (6 семестр)	по вариантам
Все разделы	ОПК-6 способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	зачёт (6 семестр)	по вариантам
Все разделы	ОК-12 наличием навыков работы с компьютером как	зачёт (7	по

	средством управления и получения информации	семестр)	вариантам
Все разделы	ОК-13 способностью применять прикладные программные средства при решении практических вопросов	зачёт (7 семестр)	по вариантам
Все разделы	ОПК-6 способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	зачёт (7 семестр)	по вариантам
Все разделы	ОК-12 наличием навыков работы с компьютером как средством управления и получения информации	экзамен	по вариантам
Все разделы	ОК-13 способностью применять прикладные программные средства при решении практических вопросов	экзамен	по вариантам
Все разделы	ОПК-6 способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	экзамен	по вариантам

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачёт (6 семестр)	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Получается автоматически на основании успешного выполнения всех практических заданий, выданных в течение семестра, посещаемости. Рейтинг за выполнение заданий -- среднее арифметическое баллов за каждое задание (максимум 100%). Весовой коэффициент рейтинга за выполнение практических заданий 1; весовой коэффициент рейтинга контроля посещаемости 0,5.	Зачтено: 60-100% Не зачтено: 0-59%
зачёт (7 семестр)	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Получается автоматически на основании успешного выполнения всех практических заданий, выданных в течение семестра, посещаемости. Рейтинг за выполнение заданий -- среднее арифметическое баллов за каждое задание (максимум 100%). Весовой коэффициент рейтинга за выполнение практических заданий 1; весовой коэффициент рейтинга контроля посещаемости 0,5.	Зачтено: 60-100% Не зачтено: 0-59%
экзамен	Демонстрация полученных навыков путём выполнения практического экзаменационного задания -- выполнения конструкторского документа согласно требованиям ЕСКД по заданию преподавателя. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый рейтинг выставляется на основании рейтинга, полученного за выполнение контрольного задания текущего контроля (весовой коэффициент 1) и рейтинга посещаемости (весовой	Отлично: 85-100% Хорошо: 70-84% Удовлетворительно: 55-69% Неудовлетворительно: 0-55%

	коэффициент 0,5). Рейтинг за выполнение контрольного задания текущего контроля выставляется по следующей шкале (в случае соблюдения требований более одного пункта присваивается наибольший рейтинг): а) 100%: выполнение всех практических заданий, выданных в течение семестра с рейтингом не ниже 80% и наличие зачётов за 6 и 7 семестр ИЛИ полное выполнение экзаменационного задания во время проведения экзамена; б) 80%: выполнение экзаменационного задания с незначительными неточностями или некоторым превышением установленного времени во время проведения экзамена; в) 60%: частичное выполнение экзаменационного задания; г) 40%: неспособность выполнить экзаменационное задание; д) 0%: отказ выполнять задание, либо неявка на процедуру оценивания.	
--	---	--

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачёт (6 семестр)	- моделирование детали типа "трубопровод" - моделирование детали типа "лопатка турбины" - моделирование детали типа "сопло" - моделирование сборки типа "двухкомпонентная тангенциальная форсунка" - моделирование сборки типа "форсуночная головка" - моделирование сборки типа "электроклапан"
зачёт (7 семестр)	- математическая симуляция типа "течение жидкости в трубопроводе" - математическая симуляция типа "дозвуковое обтекание крыла" - математическая симуляция типа "до- и сверхзвуковое истечение газа из сопла" - математическая симуляция типа "сепарация частиц в аппарате "циклон" - математическая симуляция типа "вращение колеса насоса"
экзамен	экзаменационное задание (создание трёхмерной модели по выданному чертежу детали или сборочной единицы, или создание чертежа по выданной трёхмерной модели, или выполнение текстового конструкторского документа по выданному тексто-графическому материалу) выдаётся преподавателем

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Дейч, М. Е. Гидрогазодинамика Учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов М. Е. Дейч, А. М. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. ил.
2. Ли, К. Основы САПР: CAD/CAM/CAE К. Ли. - СПб. и др.: Питер, 2004. - 559 с.

б) дополнительная литература:

1. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР Текст учеб. пособие для вузов по техн. направлениям и специальностям Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 464 с. ил.

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

1. Вестник ЮУрГУ, серия Математическое моделирование и программирование

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. нет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Дополнительная литература	Куликов, А.А. Гидрогазодинамика: учебное пособие по дисциплине «Гидрогазодинамика» для студентов направления подготовки 13.03.01 (140100.62) «Теплоэнергетика и теплотехника». [Электронный ресурс] / А.А. Куликов, И.В. Иванова, И.Н. Дюкова. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/68444 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР. [Электронный ресурс] / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 464 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/42192 — 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. -Blender(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(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	304	персональные ЭВМ, пакет разработки ПО Code::Blocks с поддержкой

