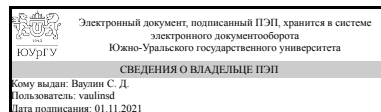


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



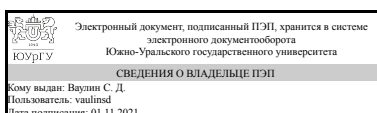
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.10.02 Практикум по САД и САЕ системам проектирования РКТ 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

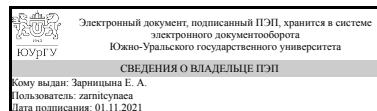
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
старший преподаватель (-)



Е. А. Зарницына

1. Цели и задачи дисциплины

Обучить студентов методикам и приёмам использования современных САД и САЕ системам проектирования для выполнения проектно-конструкторских работ по созданию (проектированию и конструированию) двигателей летательных аппаратов. Сформировать у студентов навыки владения методиками моделирования, проведения численных симуляций процессов, позволяющие рассчитывать различные характеристики конструкций. Сформировать у студентов навыки использования ЭВМ для принятия оптимальных проектно-конструкторских решений как в области отдельных важных узлов конструкции ДЛА.

Краткое содержание дисциплины

Подготовка исходных данных и проведение серии симуляций на ЭВМ различных задач гидрогазодинамики, теплообмена (конвективного, радиационного) и пр. при помощи современных 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:
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:
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:

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.13 Компьютерная графика, Б.1.07 Информатика и программирование, Б.1.12 Инженерная графика	ДВ.1.09.02 Моделирование теплофизических 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.1.24 Термодинамика и теплопередача	Знание основных законов термодинамики. Навыки выполнения расчётов теплопередачи простых случаев: теплопроводность сквозь плоскую или цилиндрическую стенку, конвективный и радиационный теплообмен.
Б.1.12 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.1.07 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.1.13 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 трудоёмкость 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
Работа с источниками информации (в том числе с ресурсами сети Интернет) в рамках подготовки исходных данных	8	0	4	4
Проработка лекционного материала	32	8	12	12

Подготовка 3D моделей по индивидуальным заданиям	24	0	12	12
Самостоятельное проведение численных симуляций по индивидуальным заданиям	24	0	12	12
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 проектирования узлов ДЛА с использованием современных САД и САЕ системам проектирования РКТ	84	0	84	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, принятые допущения, границы применимости	6
11	3	Математические симуляции стационарного течения несжимаемой жидкой сплошной среды с использованием сходящихся решателей	4
12	3	Анализ полученных расчётных данных. Методы постобработки.	2

		Визуализация	
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	3	Математические симуляции задач тепломассообмена. Постановка задачи. Математическая модель: исходные данные, начальные и граничные условия, принятые допущения, границы применимости	6
21	3	Математические симуляции вынужденной конвекции	3
22	3	Математические симуляции свободной конвекции	3
23	3	Математические симуляции радиационного теплообмена	6
24	3	Сопряжённые симуляции гидрогазодинамики и тепломассообмена	6
25	3	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
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
Численная симуляция задач тепломассообмена	Встроенная справка по пакету вычислительной гидрогазодинамики OpenFOAM; Учебный курс по открытым пакетам [Текст] / Крапошин М., Самоваров О., Стрижак С. -- М.: МГТУ им. Баумана, 2013.	20
Задачи экспериментальных исследований	Теория инженерного теплофизического эксперимента: Учебное пособие [Текст] / Ваулин С. Д., Волошина И. А. --	4

	Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005.	
Параметрическое моделирование	Справка по Компас-3D	20
Метод конечных разностей	Теория разностных схем [Текст] / Самарский А. А. -- М.: "Наука", 1983.	2
Метод конечных элементов	Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. [Текст] / Галлагер Р. -- М.: "Мир", 1984.	2

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 САД и САЕ систем проектирования РКТ	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 средством управления и получения информации	зачёт (7 семестр)	по 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): КТ-1-6 - моделирование. Зачет формируется баллов по КТ, посещаемости. Все КТ - 1, вес посещаемости - 0,5.	Зачтено: Рейтинг студента более 60% Не зачтено: Рейтинг студента менее 60%
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): КТ-1-5 - моделирование. Зачет формируется баллов по КТ, посещаемости. Все КТ - 1, вес посещаемости - 0,5.	Зачтено: Рейтинг студента более 60% Не зачтено: Рейтинг студента менее 60%
экзамен	ри оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ промежуточная аттестация - создание трёхмерной модели или создание чертежа по выданной трёхмерной модели. Вес мероприятия - 2. Итоговая оценка учитывает рейтинги за предыдущие семестры. Вес - 1.	Отлично: Рейтинг студента более 85 Хорошо: Рейтинг студента 75-84 Удовлетворительно: Рейтинг студента 60-74 Неудовлетворительно: Рейтинг студента менее 60

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачёт (6 семестр)	1. Моделирование детали типа "трубопровод" 2. Моделирование детали типа "лопатка турбины" 3. Моделирование детали типа "сопло" 4. Моделирование сборки типа "двухкомпонентная тангенциальная форсунка" 5. Моделирование сборки типа "форсуночная головка" 6. Моделирование сборки типа "электроклапан"
зачёт (7 семестр)	1. Математическая симуляция типа "течение жидкости в трубопроводе" 2. Математическая симуляция типа "дозвуковое обтекание крыла"

	3. Математическая симуляция типа "до- и сверхзвуковое истечение газа из сопла" 4. Математическая симуляция типа "сепарация частиц в аппарате "циклон" 5. Математическая симуляция типа "вращение колеса насоса"
экзамен	Создание трёхмерной модели по выданному чертежу детали или сборочной единицы, или создание чертежа по выданной трёхмерной модели

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 ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. http://e.lanbook.com/book/68444
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР. [Электронный ресурс] / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 464 с. http://e.lanbook.com/book/42192
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Силич, А. А. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учебное пособие / А. А. Силич. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 92 с. http://e.lanbook.com/book/38930

4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении : учебное пособие / А. И. Яманин, Ю. В. Голубев, А. В. Жаров, С. М. Шилов. — Москва : Машиностроение, 2005. — 480 с. http://e.lanbook.com/book/788
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Имитационное моделирование и цифровое производство с использованием 3D-сканеров и 3D-принтеров при проектировании и изготовлении сложных деталей ракетно-космической техники : учебное пособие / Д. В. Сорокин, Л. А. Бабкина, В. А. Нестеров [и др.]. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 90 с. http://e.lanbook.com/book/147500
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И. П. Ракетно-космическая техника : учебное пособие / И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев ; под редакцией В. П. Легостаева. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 2 — 2014. — 548 с. http://e.lanbook.com/book/63259

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 занятия и семинары	304 (2)	персональные ЭВМ, пакет разработки ПО Code::Blocks с поддержкой компилятора языка Fortran