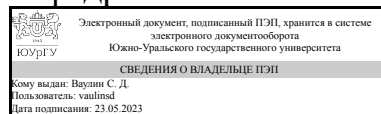


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



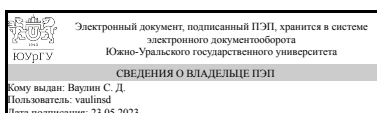
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.09.02 Энергодвигательные установки космических летательных аппаратов
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень Специалист
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

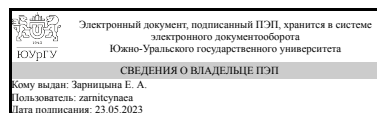
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

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



С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: способность составлять описания принципов действия и устройства энергодвигательных установок космических летательных аппаратов с обоснованием принятых технических решений
Задачи: ознакомить обучающего с особенностями проектирования, принципами действий и устройства энергодвигательных установок космических летательных аппаратов.

Краткое содержание дисциплины

Космическое движение. Энергосиловая установка ЛА. ДУ КА. Электроракетные двигатели. РДМТ. Ядерные двигатели. Разгонные блоки

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Проектирование, конструирование и расчет двигательных установок летательных аппаратов, в том числе космических, и их составных частей, включая утилизацию жидкостного ракетного двигателя	Знает: особенности проектирования энергоустановок космических аппаратов; основные виды конструкций, применяемых в космической технике, их достоинства и недостатки; проводить оценку функциональных возможностей различных типов космических аппаратов и областей их возможного применения; особенности компоновки основных ракетно-космических систем - космических аппаратов, крупногабаритных разворачиваемых космических конструкций; типы двигателей космических летательных аппаратов Умеет: составлять описания принципов действий и устройства космических энергоустановок; анализировать компоновку космических систем, анализировать их параметры и сопоставлять их между собой; оценивать энергетический баланс космического аппарата, осуществлять проектные баллистические расчёты разгонных блоков и космических аппаратов; выбирать тип двигателя космических летательных аппаратов Имеет практический опыт: анализа предлагаемых технических решения с учётом прочностных, весовых, технологических и других ограничений; оценки проектных параметров космических летательных аппаратов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Конструирование летательных аппаратов, Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе, Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей,	Не предусмотрены

Конструирование жидкостных ракетных двигателей	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Конструирование жидкостных ракетных двигателей	Знает: ЕСКД при выполнении графических и текстовых конструкторских документов, современные тенденции и методики проектирования и конструирования ЖРД Умеет: применять компьютерные технологии для разработки ракетных двигателей и их отдельных узлов; конструировать ЖРД, их узлы и агрегаты; формулировать задания для расчета и конструирования ЖРД, их узлов и агрегатов; выполнять расчеты и чертежи, осуществлять научно-технический поиск информации в области ЖРД, готовить отчет о результатах научно-технического поиска (доклад/аналитическая записка); работать с различными источниками информации, включая патентную и научную литературу на русском и иностранных языках Имеет практический опыт: разработки конструкции узлов ЖРД и выпуска конструкторской документации согласно требованиям ЕСКД с применением современных средств автоматизации, работы с источниками информации (в том числе электронными посредством сети Интернет), применения полученной информации при конструировании новых ЖРД
Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей	Знает: теоретические основы и расчетные методики по проектированию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД); основные виды жидкостных ракетных топлив; основные характеристики рабочих процессов в ЖРД; виды ЖРДУ и их назначение в составе ЛА; принципы регулирования ЖРД Умеет: рассчитывать основные характеристики ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ Имеет практический опыт: расчета ЖРД и математического моделирования ЖРД и ЖРДУ, их узлов и агрегатов
Проектирование ракетных двигателей на твердом топливе	Знает: основы проектирования, конструктивные схемы и характеристики рабочего процесса ракетных двигателей на твердом топливе; условия эксплуатации и технического обслуживания ракетных двигателей на твердом топливе, о тенденциях создания принципиально новых материалов и технологических процессов для изготовления ответственных элементов ракетных двигателей на твердом топливе Умеет:

	использовать методы анализа влияния параметров рабочего процесса на эффективность термодинамического цикла ракетных двигателей на твердом топливе Имеет практический опыт: термодинамического и газодинамического расчетов продуктов сгорания твердого топлива, расчета внутренней баллистики двигателя твердого топлива, расчета теплозащитного покрытия; изучения конструкций ракет с двигателями твердого топлива
Конструирование летательных аппаратов	Знает: конструкцию, работу и процессы, происходящие в летательных аппаратах Умеет: выбирать требуемые расчетные схемы для решения задач проектирования летательных аппаратов Имеет практический опыт: методами анализа и синтеза, подходами инженерных основ создания летательных аппаратов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Подготовка к контрольным точкам	20	20
Проработка лекционного материала	15,75	15,75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
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	Космическое движение	3	3	0	0
2	Энергосиловая установка ЛА	2	2	0	0
3	ЭДУ КЛА	9	3	0	6
4	Электроракетные двигатели	6	2	0	4
5	РДМТ	8	2	0	6
6	Ядерные двигатели	2	2	0	0
7	Разгонные блоки	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
2	1	1.1. Общие сведения. 1.2. Законы движения небесных тел. 1.3. Переходы между орбитами. 1.4. Полет в космосе. 1.5. Работа элементов конструкции КА в условиях космического пространства. 1.6. Общие требования к КА.	3
2	2	2.1. Условия работы ЭСУ. 2.2. Требования к ЭСУ. 2.3. Состав ЭСУ. 2.4. Источники массы рабочего тела и энергии на борту КА	2
3	3	3.1. Классификация двигателей. 3.2. Источники массы рабочего тела для работы ДУ. 3.3. Способы ускорения	3
5	4	4.1. Классификация ЭРД. 4.2. Принципиальные схемы ЭРД. 4.3. Основные узлы ЭРДУ. 4.4. Процессы в ЭРД. 4.5. Электротермические двигатели: 4.5.1. Теплообменные двигатели. 4.5.2. Электродуговые двигатели. 4.6. Электростатические двигатели: 4.6.1. Ионные двигатели. 4.7. Основные характеристики ЭРД	2
6	5	Назначение РДМТ. 5.1. Камеры сгорания ЖРДМТ. 5.2. Характеристики РДМТ	2
7	6	Введение. 6.1. Принципиальные схемы ЯРД. 6.2. Назначение, основные требования. 6.3. Пневмогидравлическая схема ЯРД. 6.4. Конструкции реакторов отечественных ЯРД. 6.5. Идеальный ядерный ракетный двигатель	2
8	7	Введение. 7.1. Классификация РБ. 7.2. Конструктивно-компоновочные схемы РБ. 7.3. ККС вариантов РБ, аналогичных ККС блокам серии «ДМ». 7.4. Разгонный блок спутника «Ямал». 7.5. Разгонный блок «Ястреб». РБ «Прорыв».	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Устройство ЭДУ КЛА	6
2	4	Устройство ЭРД	4
3	5	Конструкции РДМТ	6

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 контрольным точкам	см. список дополнительной и основной литературы, конспект лекций	10	20
Проработка лекционного материала	см. список дополнительной и основной литературы, конспект лекций	10	15,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	10	Текущий контроль	Космическое движение	1	5	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
2	10	Текущий контроль	ЭДУ КА	1	3	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
3	10	Текущий контроль	Электроракетные двигатели	1	5	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
4	10	Текущий контроль	РДМТ	1	3	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
5	10	Текущий контроль	Ядерные двигатели	1	3	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
6	10	Текущий контроль	Разгонные блоки	1	3	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балл, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 0,5 балла, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	зачет
7	10	Бонус	Доклад	-	1	Доклад производит выдающееся впечатление и четко выстроен; автор прекрасно ориентируется в демонстрационном материале; показано владение специальным аппаратом; использованы общенаучные и специальные термины, сделаны четкие	зачет

						выводы - 5 баллов. Доклад четко выстроен, но есть неточности; автор ориентируется в демонстрационном материале; показано владение специальным аппаратом; использованы общенаучные и специальные термины, сделаны выводы - 4 балла. Доклад объясняет суть работы, но не полностью отражает содержание работы; представленный демонстрационный материал не полностью используется докладчиком и/или оформлен неграмотно; показано владение базовым аппаратом; выводы имеются, но не доказаны - 3 балла. Доклад не объясняет суть работы, демонстрационный материал при докладе не используется; не показано владение специальным и базовым аппаратом; выводы не доказаны - 1-2 балла	
8	10	Промежуточная аттестация	Зачет	-	1	Прохождение промежуточной аттестации необязательно (при условии рейтинга студента более 60). Досдача или пересдача КТ	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Ответы на задания КРМ письменные, время подготовки ответа 25 минут. Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в журнале. Бонус (доклад на предложенную тему) по желанию студента. Прохождение промежуточной аттестации необязательно (при условии рейтинга студента более 60)	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2	Знает: особенности проектирования энергоустановок космических аппаратов; основные виды конструкций, применяемых в космической технике, их достоинства и недостатки; проводить оценку функциональных возможностей различных типов космических аппаратов и областей их возможного применения; особенности компоновки основных ракетно-космических систем - космических аппаратов, крупногабаритных разворачиваемых космических конструкций; типы двигателей космических летательных аппаратов	+		+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: составлять описания принципов действий и устройства космических энергоустановок; анализировать компоновку космических систем, анализировать их параметры и сопоставлять их между собой; оценивать энергетический баланс космического аппарата, осуществлять проектные баллистические расчёты разгонных блоков и космических аппаратов; выбирать тип двигателя космических летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: анализа предлагаемых технических решения	+	+	+	+	+	+	+	+

	с учётом прочностных, весовых, технологических и других ограничений; оценки проектных параметров космических летательных аппаратов						
--	--	--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Бобков, В. Н. Космические аппараты. - М.: Воениздат, 1983. - 319 с. ил.
2. Конструирование автоматических космических аппаратов [Текст] Д. И. Козлов и др.; под ред. Д. И. Козлова. - М.: Машиностроение, 1996

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

1. Космические исследования науч. журн. Рос. акад. наук, Президиум РАН журнал. - М.: Наука, 1964-2011

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	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть I. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 563 с. http://e.lanbook.com/book/63258
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 548 с. http://e.lanbook.com/book/63259
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зеленцов, В. В. Конструктивно-компоновочные схемы разгонных блоков : методические указания / В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 140 с. http://e.lanbook.com/book/103280
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Белов, В. П. Сопловые блоки ракетных двигателей : учебное пособие / В. П. Белов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 56 с. http://e.lanbook.com/book/157054

5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Беляев, А. В. Средства выведения космических летательных аппаратов : учебное пособие / А. В. Беляев, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 56 с. http://e.lanbook.com/book/58421
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Минашин, А. Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги : учебное пособие : в 2 частях / А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич ; под редакцией Б. Б. Петрикевича. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 45 с. http://e.lanbook.com/book/62055
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Туманов, А. В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — 3-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 572 с. http://e.lanbook.com/book/106385
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мухамедов, Л. П. Основы проектирования транспортных космических систем : учебное пособие / Л. П. Мухамедов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 265 с. http://e.lanbook.com/book/172808
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Белоусов, Л. Ю. Оценивание параметров движения космических аппаратов / Л. Ю. Белоусов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 214 с. http://e.lanbook.com/book/48220
10	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Корянов, В. В. Основы теории космического полета : учебное пособие / В. В. Корянов, В. П. Казаковцев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Системы координат, расчет времени, невозмущенное движение — 2013. — 62 с. http://e.lanbook.com/book/58407

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	100 (2в)	Изделия УЦ РКТ
Лекции	306 (2)	Мультимедийное оборудование