

ЮОН 34

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н.В. Лобов

2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

Специализация программы специалитета

Проектирование ракетных двигателей
твердого топлива

Квалификация выпускника:

инженер

Выпускающая кафедра:

Ракетно-космическая техника и
энергетические системы

Форма обучения:

очная

Курс: 5

Семестр(ы): 9

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 9

Зачет: —

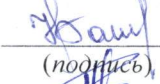
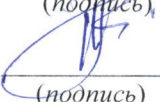
Курсовой проект: —

Курсовая работа: —


Учебно-методический комплекс дисциплины «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД» разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г., номер приказа №24-О;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утверждённой 03 апреля 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утвержденного 03 апреля 2017 г.


Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива», «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении», «Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива», «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив», «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД», «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива», «САЕ-системы в механике деформируемого твердого тела», «САЕ-системы в механике жидкости и газа», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» и программами производственных и преддипломной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Н.Л. Бачев</u> (инициалы, фамилия)
Рецензент	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Р.В. Бульбович</u> (инициалы, фамилия)



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» «06» июня 2017 г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета « 7 » 07 2017 г., протокол № 10.

Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Н.Е. Чигодаев</u> (инициалы, фамилия)
-----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
Начальник управления образовательных программ	<u>канд. техн. наук, доц.</u> (ученая степень, звание)	 (подпись)	<u>Д.С. Репецкий</u> (инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цели дисциплины

Цель учебной дисциплины формирование системы знаний и компетенций в области конструирования ЖРД, методов проектирования и расчета ЖРД.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет и демонстрирует следующие профессионально-специализированные компетенции:

– способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование (АПСК-3);

– способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий (АПСК-4).

1.2 Задачи дисциплины:

– **формирование теоретических знаний** о концепциях совершенствования конструкции ЖРД современных методах расчета характеристик ЖРД; компоновочных схемах ЖРД; типовых конструкциях основных узлов и агрегатов ЖРД, проверки конструктивных решений на этапе проектирования ЖРД;

– **формирование умений** грамотного проектирования ЖРД; расчета на прочность основных узлов ЖРД; подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания; работать с конструкторской документацией на узлы и агрегаты ЖРД;

– **формирование навыков владения** инженерными методами расчета характеристик агрегатов ЖРД, методами оптимизации процесса проектирования ЖРД; созданием эскизных проектов узлов и агрегатов ЖРД; приемами работы по созданию рабочих проектов ЖРД; приемам работы с конструкторской документацией;

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

– инженерные методики проектирования и расчета основных характеристик ЖРД;

– критерии совершенства ЖРД.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД» относится к вариативной части блока I «Дисциплины (модули)» дисциплин рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору студента при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - концепции совершенствования конструкции ЖРД;
 - современные методы расчета характеристик ЖРД;
 - компоновочные схемы ЖРД;
 - типовые конструкции основных узлов и агрегатов ЖРД;
 - принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ЖРД;
- **уметь:**
 - грамотно спроектировать ЖРД;
 - рассчитывать на прочность основные узлы и агрегаты ЖРД;
 - подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания;
- **владеть:**
 - навыками применения инженерных методов расчета характеристик узлов и агрегатов ЖРД;
 - навыками оптимизации процесса проектирования ЖРД;
 - навыками создания эскизных проектов узлов и агрегатов ЖРД;
 - навыками работы с конструкторской документацией;

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессионально-специализированные компетенции			
АПСК-3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование	Вычислительные технологии в авиадвигателестроении Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива, Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива, Проектирование зарядов твердых ракетных топлив.	Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Динамика и прочность ракетных двигателей, Конструкция ракетных двигателей твердого топлива, САЕ-системы в механике деформируемого твердого тела, САЕ-системы в механике жидкости и газа, Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская), Преддипломная практика (практика по выполнению выпускной квалификационной работы).

АПСК-4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий	Теория, расчет и проектирование ракетных двигателей твердого топлива, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).	Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД, Конструкция ракетных двигателей твердого топлива, Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПСК-3, АПСК-4.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-3

Код	Формулировка компетенции
АПСК-3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного, теплового состояния, характеристик ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем и осуществлять их конструирование

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-3. Б1.ДВ.03.1	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, прочностного состояния, характеристик узлов и агрегатов ЖРД и осуществлять их конструирование

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – концепции совершенствования конструкции ЖРД; – современные методы расчета характеристик узлов и агрегатов ЖРД.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы тестов рубежного контроля. Вопросы к зачету.
Умеет: – грамотно проектировать ЖРД; – рассчитывать на прочность основные узлы и агрегаты ЖРД	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.	Практические задачи тестов рубежного контроля. Задания к практическим занятиям. Отчёты по лабораторным работам.
Владет: – навыками применения инженерных методов расчета характеристик узлов и агрегатов ЖРД; – навыками оптимизации процесса проектирования ЖРД.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.	Отчёты по лабораторным работам.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-4

Код	Формулировка компетенции
АПСК-4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты ракетных двигателей твёрдого топлива, их деталей, узлов и систем, в том числе эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты, используя средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПСК-4. Б1.ДВ.03.1	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты узлов и агрегатов ЖРД, в том числе эффективные системы охлаждения, используя опыт разработки конкурентоспособных изделий

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – компоновочные схемы ЖРД; – типовые конструкции основных узлов и агрегатов ЖРД; – принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ЖРД. 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Вопросы тестов рубежного контроля Вопросы к зачету.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять различные типовые конструкции при проектировании готового изделия; – подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Практические задачи тестов рубежного контроля. Задания к практическим занятиям. Отчёты по лабораторным работам.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания эскизных проектов узлов и агрегатов ЖРД; – навыками работы с конструкторской документацией. 	<p>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	Аудиторная (контактная) работа	54
	– лекции (Л)	18
	– практические занятия (ПЗ)	18
	– лабораторные работы (ЛР)	14
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2	Самостоятельная работа	54
	– изучение теоретического материала	30
	– подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	24
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине	Экзамен 36
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч)	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)						Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ		
			Аудиторная работа					Итого- вый конт- роль				Самостоя- тельная работа	Трудо- ёмкость, ч/ЗЕТ
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР						
1	1	Введение	0,5	0,5						0,5			
		1	0,5	0,5					4	4,5			
		2	7	5	2				12	17			
	2	3	10	4		4			8	19			
		4	6	2	4				6	11			
	Всего по модулю:			24	12	6	4	2		30	54/1,5		
2	3	5	14	2	4				8	22			
		6	8	2	4	4			8	16			
		7	6	2	4	6			8	14			
	Всего по модулю:			30	6	12	10	2		24	54/1,5		
Промежуточная аттестация								экзамен 36					
Всего:			54	18	18	14	4	36	54	144/4			

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Характеристики ЖРД

Раздел 1. Характеристики ЖРД

Л – 12 ч, ПЗ – 10, СРС – 30 ч.

Тема 1. Общая характеристика ЖРД

Общая характеристика ЖРД. Сравнение ЖРД и РДТТ. Классификация и области применения ЖРД. Этапы развития двигателестроения.

Тема 2. Смесительные головки КС ЖРД

Струйные, центробежные и двухкомпонентные форсунки. Схемы расположения форсунок на головке. Конструктивные особенности форсуночного блока. Расчеты форсуночного блока.

Тема 3. Сопла ЖРД

Типы сопел. Укороченные и оптимальные сопла. Проектирование конических и профилированных сопел. Режимы работы сопла.

Тема 4. Охлаждение ЖРД

Способы охлаждения. Методы расчета конвективных и лучистых тепловых потоков. Формы охлаждающих трактов. Расчет теплоотдачи в оребренном охлаждающем тракте. Порядок расчета охлаждения ЖРД.

Модуль 2. Жидкостные ракетные двигательные установки

Раздел 2. Жидкостные ракетные двигательные установки

Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР - 14 ч, СРС – 24 ч.

Тема 5. Системы подачи

Двигательные установки с вытеснительной и турбонасосной системой подачи топлива. Конструктивные особенности топливных баков. Определение давления подачи и гидравлических характеристик системы подачи.

Тема 6. Турбонасосные агрегаты

Типы насосов и турбин. Расчет основных характеристик насосов и турбины. Совместная работа насосов и турбины. Газогенераторы. Конструктивные особенности турбонасосного агрегата.

Тема 7. Двигательные установки с замкнутой схемой.

Замкнутые схемы «газ+жидкость». Замкнутые схемы «газ+газ». Порядок расчета параметров пневмогидросхемы ЖРДУ.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	Расчет коэффициента полезного действия двигателя
2	4	Определение тепловых потоков
3	5	Расчет давления в характерных сечениях системы подачи
4	6	Расчет основных параметров турбонасосного агрегата
5	7	Расчет параметров замкнутой схемы «газ+жидкость»

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	3	Изучение конструкции рубашки охлаждения двигателя РД-275
2	6	Изучение конструкции турбонасосного агрегата двигателя РД-275
3	7	Изучение пневмогидросхемы двигателя РД-275

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение 9го семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Изучение теоретического материала	4
2	Изучение теоретического материала	8
	Подготовка к практическим занятиям	4
3	Изучение теоретического материала	5
	Подготовка к лабораторным работам	4
4	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическим занятиям	3
5	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к практическим занятиям	4
6	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Подготовка к практическим занятиям	2
7	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка к лабораторным работам	3
	Итого: в ч / в ЗЕ	54 ч / 1,5

5.1.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно

Тема 1. Классификация и области применения ЖРД. Этапы развития двигателестроения

Тема 2. Основные сведения о принципах выбора конструктивно-компоновочной схемы форсуночного блока

Тема 3. Определение основных размеров соплового блока

Тема 4. Условия надежного охлаждения ЖРД

Тема 5. Арматура топливных баков

Тема 6. Конструктивные особенности рабочих колес насосов и турбин

Тема 7. Организация рабочего процесса в газогенераторах

5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

5.1.4 Расчетно-графические работы

Не предусмотрены.

5.1.5 Индивидуальные задания

Не предусмотрены.

5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине проводится на предприятии ПАО «Протон-ПМ» и основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются традиционные и интерактивные технологии.

Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лабораторные работы, контрольная работа.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные работы обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и

друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками. Формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

Лабораторные работы проводятся на предприятии ПАО «Протон-ПМ» с использованием лабораторных установок и испытательного стенда, а так же с активным привлечением материальной базы предприятия и компьютерных программ.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

– оценка работы студента на практических занятиях и лабораторных работах в рамках рейтинговой системы

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модуль 1, 2);
- бланочное тестирование (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачет

Не предусмотрен

2) Экзамен

Порядок проведения экзамена:

– экзамен проводится в устной форме с использованием экзаменационных билетов;

- каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.
- время на подготовку экзаменационного ответа составляет 50 мин;
- итоговая оценка выставляется по результатам экзаменационного ответа с учетом выполнения и защиты лабораторных работ и результатов промежуточного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТК	КР	ПЗ	ЛР	ИЗ	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7
Усвоенные знания						
Знает:						
– концепции совершенствования конструкции ЖРД;	+	+	+			ТВ
– современные методы расчета характеристик узлов и агрегатов ЖРД;	+	+				ТВ
– компоновочные схемы ЖРД;	+	+				ТВ
– типовые конструкции основных узлов и агрегатов ЖРД;	+	+				ТВ
– принципы формирования конструкторской документации для производства узлов и агрегатов ЖРД;	+	+				ТВ
Освоенные умения						
Умеет:						
– грамотно проектировать ЖРД;			+	+		КЗ
– рассчитывать на прочность основные узлы и агрегаты ЖРД;			+	+		КЗ
– применять различные типовые конструкции при проектировании готового изделия;			+	+		КЗ
– подбирать компоновочную схему в зависимости от технического задания;			+	+		КЗ
Приобретенные владения						
Владеет:						
– навыками создания эскизных проектов узлов и агрегатов ЖРД;			+		+	КЗ
– навыками работы с конструкторской документацией;			+			
– навыками применения инженерных методов расчета характеристик узлов и агрегатов ЖРД;				+	+	КЗ
– навыками оптимизации процесса проектирования ЖРД;				+		

Примечание:

ТК – текущий контроль знаний по теме (опрос);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний);

ИЗ – индивидуальное задание (оценка умений и владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений);

ПЗ – выполнение практических занятий с подготовкой и защитой отчёта (оценка владения);

ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P1, P2									P2									
Лекции	2		2		2		2		1	2		2			2		3		18
Лаборат. занятия		2						2		2		2		2		2		2	14
Практ. занятия		2			2		2			2		2		4		4			18
КСР									2									2	4
Изучение теор. мат.	3		2	3		3			1	2	4		3		3		1	1	30
Подготовка к лаб. раб.	1			1		1			1	2	1		1		1		1		10
Подготовка к пр. раб.		2	1		2		2	2			2	1		1		1			14
Модуль:	M1									M2									108
Контрольные работы									+					+				+	
Дисциплин. контроль																			Экзамен 36

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.03.2 Конструирование и инженерные методы расчета ЖРД	Блок 1. Дисциплины (модули) (блок дисциплины)								
(индекс и полное название дисциплины)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору студента</td> </tr> </table>		базовая часть блока		обязательная	x	вариативная часть блока	x	по выбору студента
	базовая часть блока		обязательная						
x	вариативная часть блока	x	по выбору студента						

24.05.02	«Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива»
(код направления/ специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)

АРД / РД	Уровень подготовки	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>	x			специалист бакалавр магистр	Форма обучения	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table>	x			очная заочная очно-заочная
x												
x												
(аббревиатура направления/ специальности)												

2017	Семестр(ы)	9	Количество групп	1
год утверждения учебного плана ОПОП			Количество студентов	25

Бачев Николай Леонидович
 (фамилия, инициалы преподавателя)

доцент
 (должность)

Аэрокосмический
 (факультет)

РКТЭС
 (кафедра)

2-39-12-33
 (контактная информация)

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1. Основная литература		
1	Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: учебник для вузов/ Г.Г. Гахун и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 424с.	47
2	Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для вузов. – М.: МГТУ, 2006. – 486с.	15
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Системы питания и управления жидкостных ракетных двигательных установок: учебник для вузов/ А.А. Козлов, В.Н. Новиков, Е.В. Соловьев. – М.: Машиностроение, 1988. – 352с.	10
2.2 Периодические издания		
	Не предусмотрены	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на

06.06.2017

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки И.Ю. Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на*(дата составления рабочей программы)*

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Лабораторные работы и практические занятия	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV0002-FLEX	Расчет основных параметров ЖРД

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория испытаний кафедры РКТ и ЭС корпус Д	Кафедра РКТ и ЭС	20	108	16
2	Компьютерный класс	Кафедра РКТ и ЭС	314	70	40

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютер	12	Оперативное управление	314 к. Д АКФ
2	Проектор	1	Оперативное управление	304 к. Д АКФ

Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		