

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт *политехнический*
Кафедра «*Электро- и нанотехнологий*»

Утверждено на заседании кафедры
«Электро- и нанотехнологий»
«11» января 2023 г., протокол №4

И.о. заведующего кафедрой



И.В. Гнидина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Технология производства авиационных и ракетных двигателей»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы специалитета**

по направлению подготовки (специальности)
24.05.02 Проектирование ракетных и авиационных двигателей

с направленностью (профилем)
**Проектирование ракетных двигателей
твердого топлива**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240502-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Могильников В.А., доцент, канд. техн. наук, доцент

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Технология производства авиационных и ракетных двигателей» является расширение и формирование знаний о методах и способах изготовления, о высокоэффективной обработке деталей и узлов авиационных и ракетных двигателей (РД).

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у обучающихся комплекса знаний, обеспечивающего понимание основ современных технологических воздействий на материалы и последовательности их применения для достижения требуемых параметров (точности, качества поверхности, производительности);
- освоение обучающимися принципов выбора оптимальных исходных заготовок, методов обработки поверхностей и сборки элементов РД;
- приобретение обучающимися навыков решения нестандартных задач в сфере технологии производства РД.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 8 и 9 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) природу воздействия различных методов обработки на материалы с целью технологического преобразования (код компетенции – ОК-1);
- 2) методы базирования заготовок и теорию размерных цепей (код компетенции – ОК-10);
- 3) принципы осуществления и применения традиционных и физико-химических методов обработки элементов РД (код компетенции – ОК-10);
- 4) методы определения основных параметров точности и качества поверхностей (коды компетенций – ПК-30, ПСК-4.1);
- 5) теоретические основы физико-химических воздействий на основные материалы деталей РД (код компетенции – ОК-1);

Уметь:

- 1) определять диапазоны применимости различных методов обработки для материалов деталей РД (коды компетенций – ПК-29, ПК-38, ПСК-4.1);
- 2) выбирать заготовки для необходимого типа материала и методы изготовления для создания деталей РД (код компетенции – ПК-38);
- 3) пользоваться методами и программами расчета параметров обработки деталей РД (коды компетенций – ОК-10, ПК-38);

Владеть:

- 1) навыками диагностики и методами испытания изделий РД, контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов РД (коды компетенций – ПК-29, ПК-38, ПСК-4.1);
- 2) технологиями высокоэффективной обработки ответственных деталей РД (код компетенции – ПК-38);
- 3) навыками определения рациональных областей использования современных методов обработки при изготовлении деталей РД (коды компетенций – ОК-10, ПСК-4.3);
- 4) методами выбора и первичного расчета основных параметров обработки (код компетенции – ПК-29).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
8	ДЗ, КП	4	144	32	16	16	–	2,5	0,50	77,00
9	Э	4	144	16	16	16	–	2,0	0,25	93,75
Итого	–	8	288	48	32	32	–	4,5	0,60	150,90

Условные сокращения: ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой); КП – курсовой проект; Э – экзамен.

4.2 Содержание лекционных занятий Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
8 семестр	
1	Введение. Теоретические основы проектирования технологических процессов (ТП). Основные термины и определения. Состав элементов и характеристики технологических процессов и операций, технологических систем.

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Принципиальные основы проектирования ТП изготовления детали. Исходные данные. Основные требования к ТП. Типы машиностроительных производств. Современные принципы и методы проектирования ТП. Дифференциация и концентрация операций.
3	Виды ТП и порядок их проектирования. Характеристики и технико-экономическая информация ТП.
4	Технологическая подготовка производства и ее основные функции. Обеспечение и отработка изделия на технологичность. Показатели и требования к технологичности.
5	Теория базирования и теория размерных цепей, как средство достижения качества изделия. Основные понятия.
6	Геометрические и кинематические связи и их материализация. Базирование по плоским, цилиндрическим внутренним и наружным поверхностям и их сочетаниям. Классификация баз по назначению и количеству лишаемых степеней свободы.
7	Основные принципы выбора технологических баз и методология их назначения. Правила выбора баз для черновой и чистовой обработки.
8	Точность обработки. Основные понятия. Формирование погрешностей обработки в технологической системе. Виды погрешностей. Погрешности установки, базирования, закрепления. Статистические исследования точности обработки. Методы обработки, обеспечивающие требуемое качество изготовления деталей.
9	Качество поверхности. Основные понятия. Параметры шероховатости. Формирование качества поверхностного слоя при различных видах обработки. Состояние поверхностного слоя после обработки.
10	Методы разработки ТП, обеспечивающие достижение требуемого качества, производительности и экономической эффективности. Технологические основы повышения эффективности ТП изготовления деталей.
11	Припуски на обработку. Основные понятия, структура припуска. Табличный и расчетно-аналитический методы определения припусков. Расчет величин припусков при различных методах обработки, определение операционных размеров и размеров исходной заготовки.
12	Выбор и основы проектирования исходных заготовок. Исходные данные для выбора способа изготовления исходной заготовки и основные положения по выбору оптимальной исходной заготовки. Технико-экономическое сравнение вариантов изготовления исходной заготовки.
13	Расчет режимов обработки и техническое нормирование. Состав норм штучного времени и методы их определения.
14	Принципы построения производственного процесса изготовления авиационных и ракетных двигателей и высокопроизводительных ТП. Производительность обработки и пути сокращения составляющих штучного времени.
15	Разработка ТП изготовления деталей. Методика и этапы проектирования ТП. Технологическая документация, Экономический анализ вариантов ТП.
16	Понятие гибкого автоматизированного производства. Комплексные интегральные системы, их взаимодействие на разрабатывающих и производящих предприятиях. САПР технологического назначения.
9 семестр	
1	Этапы изготовления деталей ракетных двигателей (РД). Основные понятия и определения. Характеристика ракетных двигательных установок и материалов для их изготовления. Технологическая подготовка производства РД.

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Производство исходных заготовок деталей РД. Характеристика заготовок, исходные данные для выбора и основные положения по выбору оптимальных вида и способа изготовления исходной заготовки. Технологии изготовления исходных заготовок.
3	Производство деталей РД из порошковых материалов. Свойства порошков. Основные этапы производства изделий из порошков формованием и спеканием; окончательная обработка. Технологичность изделий из порошков.
4	Изготовление деталей РД резанием. Особенности обработки резанием жаропрочных, жаростойких и высокопрочных сплавов деталей РД. Обработка инструментом с определенной и неопределенной формой режущей кромки.
5	Физико-химические методы обработки деталей РД. Технологии электроэрозионной, электрохимической, ультразвуковой и лазерной видов обработки. Комбинированные методы обработки.
6	Технологии изготовления изделий из неметаллических пластических и композиционных материалов прессованием, литьем под давлением, намоткой. Технологии изготовления изделий из резин, стекла и керамики.
7	Технологии изготовления изделий прототипированием методами послойного наращивания из расплавов и из листовых материалов с последующим их соединением. Технология нанесения покрытий.
8	Технологии сборки РД. Конструкторско-технологическая характеристика и классификация соединений деталей. Понятие о точности сборки. Методы сборки типовых узлов. Размерный анализ и контроль качества в технологии сборки. Механизация и автоматизация процессов сборки РД.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
8 семестр	
1	Анализ технологичности деталей РД.
2	Проектирование исходной заготовки штамповки для изготовления элемента РД.
3	Выбор и обоснование технологических баз для изготовления элемента РД. Расчет погрешностей установки на технологических операциях обработки элемента РД.
4	Расчет режимов механической обработки поверхностей элемента РД.
9 семестр	
1	Построение размерных цепей технологического процесса обработки элемента РД.
2	Размерный анализ технологического процесса обработки элемента РД, определение технологических размеров и размеров исходной заготовки.
3	Проектирование и расчет операции физико-химической обработки элемента РД.
4	САПР технологического назначения.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
8 семестр	

№ п/п	Наименования лабораторных работ
1	Определение продольной погрешности формы вала, обточенного в центрах токарного станка.
2	Статистический анализ точности технологической операции.
3	Исследование шероховатости поверхностей, обработанных резанием.
4	Разработка технологической схемы оборки РД.
9 семестр	
5	Изучение процесса изготовления деталей РД обработкой давлением. Операция вырубki-пробивки.
6	Изготовление деталей РД из композиционных материалов прессованием.
7	Изучение процесса изготовления деталей РД методом порошковой металлургии.
8	Изучение технологических процессов изготовления деталей РД из композиционных материалов намоткой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
8 семестр	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: расчет припусков и технологических размеров на операциях обработки поверхностей элементов РД, типовые схемы базирования заготовок на технологических операциях обработки элементов РД.
2	Работа над курсовым проектом.
3	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
9 семестр	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: электроэрозионная и лазерная вырезка элементов РД из листовых материалов; нанесение вакуумных покрытий.
2	Знакомство с современным состоянием технологической подготовки производства и процессами изготовления элементов РД по материалам Интернета.
3	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	Максимальное количество баллов
7 семестр	

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	6
		Выполнение лабораторной работы № 1	1
		Выполнение лабораторной работы № 2	1
		Выполнение лабораторной работы № 3	1
		Выполнение лабораторной работы № 4	1
		Тестирование	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	6
		Выполнение лабораторной работы № 1	1
		Выполнение лабораторной работы № 2	1
		Выполнение лабораторной работы № 3	1
		Выполнение лабораторной работы № 4	1
		Тестирование	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)	

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80
Академическая система оценивания (дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для лекционных занятий — учебная аудитория, оборудованная доской, ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном;
- для практических занятий — компьютерный класс;
- для лабораторных работ — технологическое оборудование для упрочнения, нанесения покрытий и формообразующих операций, контрольно-измерительные приборы и системы.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Ерохин Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей [Электронный ресурс] / учебник. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 597с.

2. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели : Основы проектирования: учебник для вузов / М.В. Добровольский; под ред. Д.А. Ягодникова. – 2-е изд., перераб. и доп.: - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. – 488с.: ил.

9.2 Дополнительная литература

1. Минашин А.Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги: учебное пособие: в 2-х частях. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Минашин, Б.Б. Петрикевич. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2014. – 48с.

2. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи [Электронный ресурс] / Н.А. Важенин [и др.]. – Электро. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТ, 2012. – 432с.

3. Полет / Общероссийский научно-технический журнал. М.: Машиностроение, ISSN 1684-1301.

4. Авиакосмическое приборостроение / Научный журнал. Изд-во.: Научтехлитиздат, ISSN 20730020.

5. Авиационная техника / Научно-технический журнал. Известия высших учебных заведений. ISSN 0579-2975.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>.

2. Сайт журнала «Современные наукоемкие технологии» - <http://www.rae.ru/snt>.

3. Справочник. Инженерный журнал с приложениями - <http://www.machin.ru>

4. Сайт Российской электронной библиотеки «Эрудиция» - <http://www.erudition.ru>.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;

2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;

3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.

4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

5. Лицензионное ПО Mathcad Education - University Edition.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.