

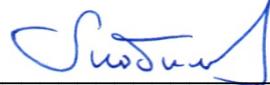
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт *политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологий»

Утверждено на заседании кафедры  
«Электро- и нанотехнологий»  
«21» февраля 2019 г., протокол №6

Заведующий кафедрой



В.В. Любимов

**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

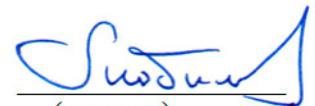
Идентификационный номер образовательной программы: 240502-01-19

Тула 2019 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Любимов В.В., зав. каф., доктор техн.наук, профессор  
(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 характеристики 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 высокоеффективной 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 характеристики 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
<b>Итого</b>	–	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.	

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лекционных занятий</b>
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 определении 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.
<b>9 семестр</b>	
1	Этапы изготовления деталей ракетных двигателей (РД). Основные понятия и определения. Характеристика ракетных двигательных установок и материалов для их изготовления. Технологическая подготовка производства РД.

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лекционных занятий</b>
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 формированием 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 электроэррозионной, 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**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>8 семестр</b>	
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.
<b>9 семестр</b>	
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**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименования лабораторных работ</b>
<b>8 семестр</b>	

<b>№ п/п</b>	<b>Наименования лабораторных работ</b>
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 обработки РД.
<b>9 семестр</b>	
5	Изучение процесса изготовления деталей РД обработкой давлением. Операция вырубки-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**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>8 семестр</b>	
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.
<b>9 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: электроэррозионная 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**

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>	<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>7 семестр</b>	

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>		<b>Максимальное количество баллов</b>	
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		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
	Второй рубежный контроль	Тестирование	15
		<b>Итого</b>	<b>30</b>
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)	

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### **Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (дифференцированный зачет)	Неудовле-творительно	Удовлетво-рительно	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 научноемкие 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.