

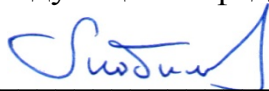
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт *политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологий»

Утверждено на заседании кафедры  
«Электро- и нанотехнологий»  
«16» марта 2020 г., протокол №6

Заведующий кафедрой



В.В. Любимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*«Технология производства летательных аппаратов»*

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

по направлению подготовки (специальности)

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет  
и ракетно-космических комплексов**

с направленностью (профилем)

**Ракеты с ракетными двигателями  
твердого топлива**

Формы обучения: очная

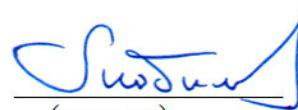
Идентификационный номер образовательной программы: 240501-01-20

Тула 2020 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 летательных аппаратов» является расширение и формирование знаний о методах и способах изготовления, о высокоэффективной обработке деталей и узлов ракет с ракетными двигателями твердого топлива.

**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 и качества изготовления деталей летательных аппаратов (ЛА), производительности их обработки;
- освоение обучающимися принципов выбора оптимальных исходных заготовок, методов обработки поверхностей деталей и сборки узлов ЛА;
- приобретение обучающимися навыков решения нестандартных задач в сфере технологии производства ЛА.

## 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 обрабатываемые материалы с целью технологического преобразования (коды компетенций – ОПК-1, ПСК-5.2);
- 2) методы базирования заготовок и теорию размерных цепей (код компетенции – ОПК-2);
- 3) принципы осуществления и применения традиционных и физико-химических методов обработки деталей ЛА (коды компетенций – ОПК-1, ПК-17);
- 4) методы определения основных параметров точности и качества поверхностей (коды компетенций – ПК-25, ПСК-5.2);
- 5) теоретические основы физико-химических воздействий на основные материалы деталей ЛА (код компетенции – ОПК-1);

### Уметь:

- 1) определять диапазоны применимости различных методов обработки для материалов деталей ЛА (коды компетенций – ОПК-1, ОПК-2);
- 2) выбирать заготовки для необходимого типа материала и технологические методы изготовления для создания деталей ЛА (код компетенции – ОПК-2, ПСК-5.2);
- 3) применять методы и программный продукт для расчета параметров обработки деталей ЛА (коды компетенций – ПК-17, ПК-25);

**Владеть:**

- 1) навыками диагностики и методами испытания изделий ЛА, контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов ЛА (коды компетенций – ПК-17, ПК-25);
- 2) технологиями высокоэффективной обработки ответственных деталей РД (код компетенции – ПСК-5.2);
- 3) навыками определения рациональных областей использования современных методов обработки при изготовлении деталей РД (коды компетенций – ОПК-1, ПСК-5.2);
- 4) методами выбора и первичного расчета основных параметров обработки (код компетенции – ПСК-5.2).

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	Э	4	144	32	–	16	–	2,0	0,25	77,00
9	ЗЧ, КП	3	108	32	–	16	–	2,5	0,35	57,15
Итого	–	7	252	64	–	32	–	4,5	0.60	150,90

Условные сокращения: Э – экзамен; ЗЧ – зачет; КП – курсовой проект.

##### 4.2 Содержание лекционных занятий Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>8 семестр</b>	
1	Введение. Теоретические основы проектирования технологических процессов (ТП). Основные термины и определения. Состав элементов и характеристики технологических процессов и операций, технологических систем.
2	Принципиальные основы проектирования ТП изготовления деталей ЛА. Исходные данные. Основные требования к ТП. Типы машиностроительных производств. Современные принципы и методы проектирования ТП. Дифференциация и концентрация операций.

№ п/п	Темы лекционных занятий
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 ЛА на технологичность. Показатели и основные требования к технологичности деталей ЛА.
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 деталей ЛА.
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 ЛА.
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 ЛА.
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 для изготовления деталей ЛА.
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 для изготовления деталей ЛА.
13	Расчет режимов обработки и техническое нормирование. Состав норм штучного времени и методы их определения.
14	Принципы построения производственного процесса изготовления деталей ЛА и высокопроизводительных ТП. Производительность обработки и пути сокращения составляющих штучного времени.
15	Разработка ТП изготовления деталей ЛА. 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 ЛА. Основные понятия и определения. Характеристика ЛА и материалов для их изготовления их элементов.
2	Характеристика и состав, этапы технологической подготовки производства деталей и узлов ЛА. Взаимосвязь технологической подготовки с этапами конструирования ЛА.
3	Производство исходных заготовок деталей ЛА. Характеристика заготовок, исходные данные для выбора и основные положения по выбору оптимальных вида и способа изготовления исходной заготовки.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	Технологии изготовления исходных заготовок деталей ЛА методами горячей объемной и листовой штамповки.
5	Производство деталей ЛА из порошковых материалов. Свойства порошков. Основные этапы производства изделий из порошков формованием и спеканием; окончательная обработка. Технологичность изделий из порошков.
6	Изготовление деталей ЛА резанием. Особенности обработки резанием легких, жаропрочных, жаростойких и высокопрочных сплавов деталей ЛА. Обработка инструментом с определенной и неопределенной формой режущей кромки.
7	Принципы концентрации операций обработки при проектировании ТП. Особенности многооперационной обработки деталей ЛА высокой точности на станках-комбайнах.
8	Общая характеристика физико-химических методов обработки деталей ЛА. Технологии формообразующих операций электроэрозионной, электрохимической и ультразвуковой обработки.
9	Технологии лучевого (светолучевого, лазерного, электронно-лучевого) воздействий на материалы при создании элементов ЛА.
10	Характеристика и области применения комбинированных методов обработки при изготовлении деталей ЛА.
11	Технологии изготовления изделий из неметаллических пластических и композиционных материалов прессованием, литьем под давлением, намоткой.
12	Технологии изготовления и обработки стеклокерамических, углеграфитовых и резиновых изделий для ЛА.
13	Технологии изготовления изделий ЛА прототипированием методами послойного наращивания из расплавов и из листовых материалов с последующим соединением.
14	Технологии упрочнения и модифицирования поверхностей деталей ЛА, нанесения покрытий со специальными свойствами.
15	Технологии сборки ЛА. Конструкторско-технологическая характеристика и классификация соединений деталей. Понятие о точности сборки. Методы сборки типовых узлов. Размерный анализ и контроль качества в технологии сборки.
16	Механизация и автоматизация процессов в изготовлении элементов и сборки ответственных узлов ЛА.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>8 семестр</b>	
1	Определение продольной погрешности формы вала, обточенного в центрах токарного станка.
2	Статистический анализ точности технологической операции.
3	Исследование шероховатости поверхностей, обработанных резанием.

№ п/п	Наименования лабораторных работ
4	Разработка технологической схемы оборки ЛА.
<b>9 семестр</b>	
5	Изучение процесса изготовления деталей ЛА обработкой давлением. Операция вырубки-пробивки.
6	Изготовление деталей ЛА из композиционных материалов прессованием.
7	Изучение процесса изготовления деталей ЛА методом порошковой металлургии.
8	Изучение технологических процессов изготовления деталей ЛА 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
<b>8 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: расчет припусков и технологических размеров на операциях обработки поверхностей элементов ЛА, типовые схемы базирования заготовок на технологических операциях обработки элементов ЛА.
2	Работа над курсовым проектом.
3	Подготовка к лабораторным работам.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
<b>9 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение дополнительного материала по темам: электроэрозионная и лазерная вырезка элементов ЛА из листовых материалов; нанесение вакуумных покрытий.
2	Знакомство с современным состоянием технологической подготовки производства и процессами изготовления элементов ЛА по материалам Интернета.
3	Подготовка к 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
<b>7 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение лабораторной работы № 1	2
		Выполнение лабораторной работы № 2	2

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		Выполнение лабораторной работы № 3	2
		Выполнение лабораторной работы № 4	2
		Тестирование	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение лабораторной работы № 1	2
		Выполнение лабораторной работы № 2	2
		Выполнение лабораторной работы № 3	2
		Выполнение лабораторной работы № 4	2
		Тестирование	15
		Итого	30
	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)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
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.