

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 2022 г., протокол №5

И.о. заведующего кафедрой



И.В. Гнидина

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: 240501-01-22

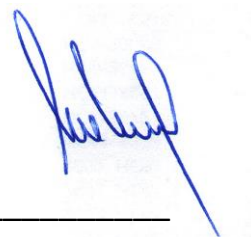
Тула 2022 год

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 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
8 семестр	
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.
9 семестр	
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
8 семестр	
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.
9 семестр	
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
8 семестр	
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.
9 семестр	
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
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		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	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		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.