

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Козорез Д.А.
«28» июня 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000148825)

Авиационные материалы и технологии

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Автоматизированные системы обработки информации и управления

Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра МСиИТ

Обеспечивающая кафедра МСиИТ

Кафедра-разработчик рабочей программы МСиИТ

| Семестр | З.Е. | Трудоемкость, час. | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Экзаменов, час. | Форма промежуточ- ного контроля |
|--------------|----------|-----------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------|--|
| 6 | 2 | 72 | 18 | 0 | 16 | 38 | 0 | Зч |
| Итого | 2 | 72 | 18 | 0 | 16 | 38 | 0 | |

Москва
2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе модифицированных ФГОС ВО (3++) по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Авторы программы:

Мамонов И.М.

Заведующий обеспечивающей кафедрой

МСиИТ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой

МСиИТ

Директор выпускающего филиала

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Авиационные материалы и технологии является достижение следующих результатов освоения(РО):

| N | Шифр | Результат обучения |
|---|--------------|--|
| 1 | З-1(ДПК-5.1) | Знать основные положения материаловедения |
| 2 | У-1(ДПК-5.1) | Уметь классифицировать современные авиационно-космические материалы |
| 3 | В-1(ДПК-5.1) | Владеть общими понятиями физических и эксплуатационных свойств авиационно-космических материалов |
| 4 | З-1(ДПК-5.2) | Знать основные направления развития авиационно-космических технологий |
| 5 | У-1(ДПК-5.2) | Уметь классифицировать современные авиационно-космические технологии |
| 6 | В-1(ДПК-5.2) | Владеть общими понятиями комплексного использования авиационно-космических технологий |

Перечисленные РО являются этапом формирования следующих компетенций:

| N | Шифр | Компетенция |
|---|-------|--|
| 1 | ДПК-5 | Способен использовать знания в области авиаракетостроения в порофессиональной деятельности |

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

| N | Шифр | Индикатор компетенций |
|---|---------|---|
| 1 | ДПК-5.1 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических материалов |
| 2 | ДПК-5.1 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических материалов |
| 3 | ДПК-5.1 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических материалов |
| 4 | ДПК-5.2 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических технологий |
| 5 | ДПК-5.2 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических технологий |
| 6 | ДПК-5.2 | Демонстрирует способность использовать знания в области современных авиационно-космических технологий |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Авиационные материалы и технологии является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

| N | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---------------------------|--------------------------|
| 1 | | Итоговая гос. аттестация |

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часа(ов).

| Модуль | Раздел | Лекции | Практич. занятия | Лаборат. работы | СРС | Всего часов | Всего с экзаменами и |
|--------|--------|--------|------------------|-----------------|-----|-------------|----------------------|
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | | | | | | | курсовыми |
| Авиационные материалы и технологии | Введение в авиаракетостроение | 6 | 0 | 4 | 12 | 22 | 72 |
| | Авиакосмические материалы | 6 | 0 | 4 | 12 | 22 | |
| | Авиакосмические технологии | 6 | 0 | 8 | 14 | 28 | |
| Всего | | 18 | 0 | 16 | 38 | 72 | 72 |

3.1. Лекции

| № п/п | Раздел дисциплины | Объем, часов | Тема лекции |
|---------------|------------------------------------|--------------|---|
| 1 | 1.1. Введение в авиаракетостроение | 2 | История авиации и космонавтики |
| 2 | 1.1. Введение в авиаракетостроение | 4 | Авиационная и космическая техника |
| 3 | 1.2. Авиакосмические материалы | 2 | Авиакосмическое материаловедение |
| 4 | 1.2. Авиакосмические материалы | 2 | Стали и жаропрочные сплавы |
| 5 | 1.2. Авиакосмические материалы | 2 | Легкие сплавы. Неметаллические материалы. |
| 6 | 1.3. Авиакосмические технологии | 2 | Технологии изготовления полуфабрикатов для деталей летательных аппаратов. |
| 7 | 1.3. Авиакосмические технологии | 2 | Технологии изготовления деталей летательных аппаратов. |
| 8 | 1.3. Авиакосмические технологии | 2 | Современные технологии производства и эксплуатации летательных аппаратов. |
| Итого: | | 18 | |

3.2. Содержание лекций.

1.1.1. История авиации и космонавтики (АЗ: 2, СРС: 6)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: История воздухоплавания. История развития авиации. История развития космонавтики.

1.1.2. Авиационная и космическая техника (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Научные основы создания летательных аппаратов. Принципы полета. Классификация летательных аппаратов. Современные виды авиационной и космической техники. Оборудование летательных аппаратов.

1.2.1. Авиакосмическое материаловедение (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Предмет материаловедения. Кристаллические и аморфные материалы. Кристаллическое строение металлов. Агрегатные и структурные состояния материалов.

1.2.2. Стали и жаропрочные сплавы (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Стали и их классификация. Свойства сталей. Использование сталей в авиаракетостроении. Жаропрочные никелевые и другие сплавы. Использование жаропрочных сплавов в авиаракетостроении.

1.2.3. Легкие сплавы. Неметаллические материалы. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Легкие металлы. Алюминиевые сплавы. Титановые сплавы. Неметаллические материалы.

1.3.1. Технологии изготовления полуфабрикатов для деталей летательных аппаратов. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Плавильное и литейное производство металлов и сплавов. Обработка металлов давлением. Термическая обработка. Изготовление порошковых и композитных полуфабрикатов.

1.3.2. Технологии изготовления деталей летательных аппаратов. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Обработка металлов резанием. Сварка и пайка материалов. Поверхностная обработка изделий. Сборка агрегатов и готовых летательных аппаратов. Контроль качества.

1.3.3. Современные технологии производства и эксплуатации летательных аппаратов. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Современные технологии авиаракетостроения. Современные технологии эксплуатации и управления в авиации и комонавтике.

3.3.Практические занятия

Не предусмотрено учебным планом.

3.4.Содержание практических занятий

3.5.Лабораторные работы

| № п/п | Раздел дисциплины | Наименование лабораторной работы | Объем, часов |
|---------------|-----------------------------------|---|---------------------|
| 1 | 1.1.Введение в авиаракетостроение | Изучение турбо-реактивного двигателя. | 4 |
| 2 | 1.2.Авиакосмические материалы | Материаловедение | 4 |
| 3 | 1.3.Авиакосмические технологии | Технологии изготовления полуфабрикатов для деталей летательных аппаратов. | 4 |
| 4 | 1.3.Авиакосмические технологии | Технологии изготовления деталей летательных аппаратов. | 4 |
| Итого: | | | 16 |

3.6.Содержание лабораторных работ

1.1.1. Изучение турбо-реактивного двигателя. (АЗ: 4, СРС: 2)

Форма организации: Лабораторная работа

1.2.1. Материаловедение (АЗ: 4, СРС: 6)

Форма организации: Лабораторная работа

1.3.1. Технологии изготовления полуфабрикатов для деталей летательных аппаратов. (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Лабораторная работа

1.3.2. Технологии изготовления деталей летательных аппаратов. (АЗ: 4, СРС: 4)

Форма организации: Лабораторная работа

3.7.Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.8.Промежуточная аттестация

1.

Прикрепленные файлы: Зачет (6 семестр).doc

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

| 100-балльная шкала | Результат освоения |
|--------------------|---------------------------|
| менее 40 | Критерий не сформирован |
| 41-70 | Критерий четко не выражен |
| 71-100 | Критерий выражен четко |

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

| 100-балльная шкала | Результат освоения |
|--------------------|--|
| менее 30 | обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании |
| 31-50 | обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и |

| | |
|--------|--|
| | навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено |
| 51-80 | задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи |
| 81-100 | задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу |

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

| N | Шифр | Компетенция | Этапы формирования компетенции |
|---|-------|---|--|
| 1 | ДПК-5 | Способен использовать знания в области авиаракетостроения в профессиональной деятельности | Знать основные положения материаловедения Уметь классифицировать современные авиационно-космические материалы Владеть общими понятиями физических и эксплуатационных свойств авиационно-космических материалов Знать основные направления развития авиационно-космических технологий Уметь классифицировать современные авиационно-космические технологии Владеть общими понятиями комплексного использования авиационно-космических технологий Семестр - 6 |

Вопросы к промежуточной аттестации

«Авиационные материалы и технологии»

1. Зачет (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Зачет (6 семестр).doc

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

Литература из электронного каталога:

1. Фетисов Г.П., Гарифуллин Ф.А. Материаловедение и технология материалов учеб. для бакалавров вузов инженерно-техн. профиля. ИНФРА-М, 2017. - 396 с.
2. Медведев А.А. Введение в авиационную и ракетно-космическую технику тезисы курса лекций : учеб. пособие по направл. 080200 "Менеджмент" (профиль "Производствен. менеджмент"). Доброе слово, 2013. - 118 с.

б)дополнительная литература:

1. Космонавтика и ракетно-космическая промышленность : в 2 кн. Кн.1 : Зарождение и становление (1946-1975) / В. В. Фаворский, И. В. Мещеряков. - М. : Машиностроение, 2003. - 343 с.
2. Космонавтика и ракетно-космическая промышленность : в 2 кн. Кн.2 : Развитие отрасли (1976-1992).Сотрудничество в космосе / В. В. Фаворский, И. В. Мещеряков. - М. : Машиностроение, 2003. - 427 с.
3. Авиационные материалы и технологии : юбилейный научно-техн. сб.: (приложение к журналу "Авиационные материалы и технологии") / О. Г. Оспенникова [и др.]; под общ. ред. Е.Н.Каблова; ФГУП "ВНИИ авиац. материалов", Гос. науч. центр РФ. - М. : ВИАМ, 2017. - 595 с.1. Материаловедение и технология материалов : учеб. для бакалавров вузов инженерно-техн. профиля / Г. П. Фетисов, Ф. А. Гарифуллин. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 396 с.
2. Введение в авиационную и ракетно-космическую технику / А. А. Медведев. - М. : Доброе слово, 2013. - 118 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

| Наименование ресурса | Интернет-ссылка на ресурс |
|---|--|
| "ZNANIUM.COM" | |
| Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM". | http://znanium.com |
| ООО "Издательство Лань" | |
| Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань". | e.lanbook.com |
| ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" | |
| Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги" | http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary |

| | |
|--|--|
| Электронная библиотека МАИ | |
| Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). | http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России | |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. | http://elsau.ru |
| Библиотека РФФИ | |
| Библиотека РФФИ | http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru/ |
| Polpred.com | |
| Polpred.com. Обзор СМИ | http://polpred.com |
| ООО "РУНЭБ" | |
| Электронная библиотечная система eLIBRARY. | http://elibrary.ru |
| ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" | |
| ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт". | http://text.rucont.ru |
| ООО "ИВИС" | |
| ООО "ИВИС". | http://ivis.ru |
| ООО "Интегратор авторского права" | |
| ООО "Интегратор авторского права" IQlib. | http://www.iqlib.ru/ |
| ФГБУ "РГБ" | |
| Электронная библиотека диссертаций РГБ. | http://dvs.rsl.ru |
| Национальная электронная библиотека (НЭБ). | http://нэб.рф |
| НП НЭИКОН | |
| Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум". | http://archive.neicon.ru |
| Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив). | http://link.springer.com/ |
| Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив). | http://www.tandfonline.com/ |
| База данных GreenFile компании EBSCO. | http://www.greeninfoonline.com. |
| Внешнеэкономическое объединение "Академинторг" | |
| American Physical Society American Mathematical Society | http://publish.aps.org/ http://www.ams.org/mathscinet/index.html |
| ФГБУ "ГПНТБ России" | |
| База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics). | www.webofscience.com |
| База данных Scopus издательства Elsevier. | http://scopus.com |
| Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer | http://link.springer.com/ http://www.nature.com/ |

| | |
|--|--|
| Nature | |
| База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД MathSciNet via EBSCOhost . | http://search.ebscohost.com |
| Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier. | http://www.sciencedirect.com http://www.elsevier.com/locate/science-direct |
| РФФИ | |
| Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society. | http://pubs.acs.org . |

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:
Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Аудитория с экраном, проектором, ноутбуком.
2. Компьютерный класс для проведения интернет - тестирований.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Авиационные материалы и технологии является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) МСИИТ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-5.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: историей и перспективами развития авиаракетостроения, основными принципами создания летательных аппаратов, материалами и технологиями изготовления деталей и узлов авиационной и космической техники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), практические (0 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (38 часов) самостоятельной работы студента. Основными задачами преподавания дисциплины являются:

1) ознакомить студентов с основными понятиями разделов: история авиации и космонавтики, авиационная и космическая техника, авиационные и космические материалы, основы материаловедения, современные технологии авиаракетостроения;

2) выработать у студентов навыки поиска и обработки информации для применения полученных теоретических знаний при решении прикладных задач.

Прикрепленные файлы

Зачет (6 семестр).doc

Промежуточная аттестация №1
Зачет (6 семестр)

Семестр: 6

Вид контроля: Зч

Вопросы:

1. История авиации и космонавтики.
2. Научные основы создания летательных аппаратов. Принципы полета.
3. Классификация летательных аппаратов.
4. Оборудование летательных аппаратов.
5. Предмет материаловедения. Кристаллические и аморфные материалы.
6. Агрегатные и структурные состояния материалов.
7. Стали и жаропрочные сплавы
8. Легкие металлы. Алюминиевые сплавы. Титановые сплавы.
9. Неметаллические материалы
10. Плавильное и литейное производство металлов и сплавов.
11. Обработка металлов давлением. Термическая обработка.
12. Изготовление порошковых и композитных полуфабрикатов.
13. Обработка металлов резанием.
14. Сварка и пайка материалов.
15. Поверхностная обработка изделий.
16. Сборка агрегатов и готовых летательных аппаратов.
17. Контроль качества.
18. Современные технологии авиаракетостроения.