

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 75,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Домашнее задание Контрольная работа Доклад	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	1 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В. Ширинский

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение технологии изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей.

### Задачи дисциплины

- знакомство обучающихся с технологическими процессами при производстве электромеханического оборудования;
- получение информации о материалах, применяемых в электротехнике;
- обучение принятию и обоснованию конкретных технических решений при конструировании элементов электромеханических устройств.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки	знать: - технологию изготовления основных элементов электрических машин и аппаратов; - особенности организации технологического производства, типы и виды производства.  уметь: - самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-4ПК-2 Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	знать: - информацию о технических параметрах оборудования для использования при конструировании.  уметь: - выбирать конструкционные материалы для изготовления основных элементов электромеханических устройств, анализировать информацию о новых технологиях изготовления основных элементов электромеханики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов
- знать принцип действия и конструкции электрических машин и аппаратов
- знать основы проектирования электрических машин

- уметь определять параметры и рассчитывать характеристики электрических машин и аппаратов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение в технологию электротехнического производства. Производственный процесс	22	1	6	-	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение в технологию электротехнического производства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение в технологию электротехнического производства"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Введение в технологию электротехнического производства и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], раздел 1 [4], раздел 1 [6], главы 3.1, 3.2</p>
1.1	Задачи технологии.	10		2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Содержание технологического процесса.	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
2	Материалы, применяемые в электротехнических устройствах	22		6	-	-	-	-	-	-	-	-	16	
2.1	Электротехнические материалы	12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электротехнические материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
2.2	Конструкционные материалы	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

													<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Электротехнические материалы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электротехнические материалы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], раздел 2 [4], главы 12.2, 14.2, 14.3, 27</p>
3	Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 3-25 [6], глава 2.3</p>
3.1	Общие вопросы технологии производства электрических машин.	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 3-25 [6], глава 2.3</p>
4	Механическая обработка деталей	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Механическая обработка деталей и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Механическая обработка деталей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механическая обработка деталей"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
4.1	Механическая обработка деталей	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Механическая обработка деталей и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Механическая обработка деталей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механическая обработка деталей"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>

													[4], глава 8
5	Защитно-декоративные покрытия	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Защитно-декоративные покрытия и складские работы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.1	Защитно-декоративные покрытия	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	[4], глава 9
6	Технология штамповки	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Технология штамповки" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Технология штамповки" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Технология штамповки". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
6.1	Технология штамповки	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	[3], стр. 34-47
7	Технологии и материалы 3D-печати	15.7	4	-	-	-	-	-	-	-	11.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Технологии и материалы 3D-печати" <b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b>
7.1	Аддитивное производство	15.7	4	-	-	-	-	-	-	-	11.7	-	



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Введение в технологию электротехнического производства. Производственный процесс

#### 1.1. Задачи технологии.

Экономические основы технологии.. Особенности технологии производства электрических машин и трансформаторов.. Общемашиностроительные и специальные технологические процессы и оборудование..

#### 1.2. Содержание технологического процесса.

Содержание технологического процесса.. Определения составляющих технологического процесса (операция, переход, рабочий ход, установ, позиция, прием).. Классификация видов и методов производства.. Технологическая подготовка производства.. Технологическая документация.. Технологичность конструкции.. Комплекс работ, выполняемых при разработке технологических процессов.. Организация массового, серийного и единичного производства.. Стандартизация, нормализация, унификация..

### 2. Материалы, применяемые в электротехнических устройствах

#### 2.1. Электротехнические материалы

Используемые электротехнические материалы и их характеристики.. Магнитные материалы.. Проводниковые материалы.. Изоляционные материалы..

#### 2.2. Конструкционные материалы

Конструкционные материалы.

### 3. Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов

#### 3.1. Общие вопросы технологии производства электрических машин.

Виды производства.. Литейное производство. Технологические требования к заготовкам. Способы получения отливок из черных и цветных металлов.. Кузнечно-прессовое производство. Ковка, свободная ковка, поперечно-клиновое прокатка, получение заготовок этими способами.. Горячая прессовка, прессовка из порошков и пластмасс. Технология прессовки из терморезистивных и термопластичных пластмасс.. Раскройно-заготовительное производство. Резка металла. Гибка заготовок.. Сварочное производство. Классификация видов сварочного производства. Технология газовой сварки, электросварки.. Изготовление корпусов электрических машин и баков трансформаторов гибкой и сваркой листовой стали..

### 4. Механическая обработка деталей

#### 4.1. Механическая обработка деталей

Припуски и допуски.. Базы, их классификация и выбор.. Обобщение механической схемы обработки корпусов, статоров, подшипниковых щитов, валов и роторов.. Точность обработки деталей и узлов, обеспечивающая надежную работу машин. Экономическое обоснование требуемой точности..

### 5. Защитно-декоративные покрытия

#### 5.1. Защитно-декоративные покрытия

Назначение. Способы нанесения. Подготовка поверхности..

## 6. Технология штамповки

### 6.1. Технология штамповки

Горячая и холодная штамповка. Виды штампов. Механизмы подачи материала при штамповке.

## 7. Технологии и материалы 3D-печати

### 7.1. Аддитивное производство

Принципы аддитивного производства. Методы и технологии 3D-печати. Экструзионная 3D-печать. Расходные материалы для трехмерной печати. Применение аддитивных методов в электромашиностроении.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в технологию электротехнического производства"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электротехнические материалы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механическая обработка деталей"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Защитно-декоративные покрытия и складские работы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология штамповки"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологии и материалы 3D-печати"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
<b>Знать:</b>										
особенности организации технологического производства, типы и виды производства	ИД-1ПК-1	+								Тестирование/КМ-1 "Технологический процесс"
технологии изготовления основных элементов электрических машин и аппаратов	ИД-1ПК-1								+	Доклад/КМ-5 "Технология производства элементов конструкции электрических машин и аппаратов"
информацию о технических параметрах оборудования для использования при конструировании	ИД-4ПК-2		+	+						Тестирование/КМ-2 "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов"
<b>Уметь:</b>										
самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	ИД-1ПК-1				+	+				Домашнее задание/КМ-3 "Определение и расчёт посадок"
выбирать конструкционные материалы для изготовления основных элементов электромеханических устройств, анализировать информацию о новых технологиях изготовления основных элементов электромеханики	ИД-4ПК-2								+	Контрольная работа/КМ-4 "Расчет участка штамповки"

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ-5 "Технология производства элементов конструкции электрических машин и аппаратов" (Доклад)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 "Технологический процесс" (Тестирование)
2. КМ-2 "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов" (Тестирование)
3. КМ-3 "Определение и расчёт посадок" (Домашнее задание)
4. КМ-4 "Расчет участка штамповки" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №1)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Антонов, М. В. Технология производства электрических машин : Учебник для вузов по специальности "Электромеханика" / М. В. Антонов . – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Энергоатомиздат, 1993 . – 592 с. - ISBN 5-283-00608-5 : 3900.00 .;
2. Сентюрихин, Н. И. Основы проектирования технологических процессов и технологические показатели обработки деталей : Лабораторные работы по курсу "Технология электромашиностроения" / Н. И. Сентюрихин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 28 с.;
3. Ширинский, В. С. Технология деталей электрооборудования летательных аппаратов : Учебное пособие по курсу "Технология производства электрооборудования летательных аппаратов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. С. Ширинский, С. В. Ширинский ; Ред. Г. И. Романова ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 104 с. - ISBN 5-7046-0902-3 .;
4. Антонов, М. В. Технология производства электрических машин : учебник для вузов по специальности "Электрические машины" / М. В. Антонов, Л. С. Герасимова . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 512 .;
5. Аддитивные технологии в производстве металлических конструкций : учебник по курсам "Аддитивные технологии в современном производстве" (направление 13.04.03 "Энергетическое машиностроение"); "Аддитивные технологии" (направление 13.04.02

"Электроэнергетика и электротехника"); "Плазменные, электронно-лучевые и лазерные установки" (направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника") и др. / А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, А. П. Слива, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"); ред. А. Г. Григорьянц, В. К. Драгунов. – Москва : Изд-во МЭИ, 2022. – 676 с. - Авторы указаны на обороте тит. л. - ISBN 978-5-7046-2493-6.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11936>;

6. Базров Б. М.- "Основы технологии машиностроения", (2-е изд.), Издательство:

"Машиностроение", Москва, 2007 - (736 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=720](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=720).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-206.1, Преподавательская	парта со скамьей, стеллаж для хранения книг, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технология электротехнического производства

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ-1 "Технологический процесс" (Тестирование)  
 КМ-2 КМ-2 "Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов" (Тестирование)  
 КМ-3 КМ-3 "Определение и расчёт посадок" (Домашнее задание)  
 КМ-4 КМ-4 "Расчет участка штамповки" (Контрольная работа)  
 КМ-5 КМ-5 "Технология производства элементов конструкции электрических машин и аппаратов" (Доклад)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Введение в технологию электротехнического производства. Производственный процесс						
1.1	Задачи технологии.		+				
1.2	Содержание технологического процесса.		+				
2	Материалы, применяемые в электротехнических устройствах						
2.1	Электротехнические материалы			+			
2.2	Конструкционные материалы			+			
3	Общие вопросы технологии производства электрических машин и аппаратов						
3.1	Общие вопросы технологии производства электрических машин.			+			
4	Механическая обработка деталей						
4.1	Механическая обработка деталей				+		
5	Защитно-декоративные покрытия						
5.1	Защитно-декоративные покрытия				+		
6	Технология штамповки						

6.1	Технология штамповки				+	
7	Технологии и материалы 3D-печати					
7.1	Аддитивное производство					+
Вес КМ, %:		15	15	20	25	25