

Первый проректор -  
проректор по образовательной  
деятельности

2021



Специальность	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е «Оружие и системы вооружения»
Выпускающая кафедра	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 – Высокоэнергетические устройства автоматических систем

Начальник отдела основных образовательных программ  
/ А.А.Русина



## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

*/оборотная сторона титульного листа/*

Рабочая программа составлена в соответствии с:

требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утвержденного приказом Минобрнауки России от 18 августа 2020 г. № 1055 (зарегистрирован Минюстом России 8 сентября 2020 г. № 59713);

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2017, регистрационный № 47415);

Положением об образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, утвержденным приказом ректора от 01.09.2017 № 319-О.

Программу составили: кафедра Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем,

Киреев О.Л., доцент, к.т.н.

Эксперт: советник Президента Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты, к.т.н., доцент Ревин Н.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем «31» 03 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой Нестеров Н.И.

Согласовано:

Декан факультета Е «Оружие и системы вооружения»  
д.т.н. Шашурин А.Е.

Дисциплина обеспечена основной учебной литературой

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

## Б1.В.03 Нагрев и нагревательные устройства

---

### Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО _____	3
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	4
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	7
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	8
Приложения к рабочей программе дисциплины	
Приложение 1. Аннотация рабочей программы _____	9
Приложение 2. Технологии и формы преподавания _____	10
Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы _____	13
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	15
Приложение 5. Фонды оценочных средств _____	17
Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы _____	21
Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу _____	23

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование профессиональной компетенции ПСК-4 - способность разрабатывать современные технологии производства патронов и гильз.

Формированию указанной компетенции служит достижение следующих результатов образования:

### **знания:**

на уровне представлений: основные требования и технические условия процесса нагрева металлических изделий, параметры и показатели, классификация, нагревательных устройств;

на уровне воспроизведения: применение классификации и терминологии для описания конструкции нагревательного оборудования и влияние режимов нагрева на свойства металлических изделий;

на уровне понимания: основные законы теплообмена, конструкцию и принцип действия нагревательных устройств и их отдельных узлов;

### **умения:**

теоретические: расчетно-оптимизационные и технические разработки процессов нагрева деталей с учетом предъявляемых требований и методов их последующего деформирования;

практические: организация производства нагрева; настройка и эксплуатация оборудования для нагрева и нагревательных устройств;

### **навыки:**

владение методами инженерных расчетов;

выбор вида нагрева для конкретных заготовок из различных сталей и сплавов; выбор нагревательных устройств для заданного вида нагрева конкретной заготовки.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Нагрев и нагревательные устройства» является дисциплиной вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Физика», «Введение в специальность», «Обработка металлов давлением», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Основы теплотехники» и служит дополнением для освоения дисциплин «Технологияковки и объемной штамповки».

Предварительно сформированные компетенции: УК01, УК02, УК03, УК04, УК05, УК06, УК07, УК08, УК09, УК10, УК11, ОПК03, ОПК06, ОПК07, ОПК08, ОПК16, ПК91, ПК94.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПСК-4
5	9	1	<b>Раздел 1. Общие положения теории нагрева.</b> 1.1 Основные положения теории нагрева и теплопередачи. Общие сведения о нагреве металла. Основные типы нагрева. Виды передачи тепла. 1.2 Теплопроводность. Температурное поле. Теплота сгорания топлива. Конвекция и конвективный теплообмен. Излучение и его природа. 1.3 Прямой нагрев. Индукционный нагрев. Электроконтактный нагрев. 1.4 Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов. Выбор нагревательных устройств.	27	12	4	8	—	15	10%
		2	<b>Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режимковки и горячей объемной штамповки.</b> 2.1 Структурные и фазовые превращения в металле при нагреве. Диаграмма «железо-углерод». Фазы состояния металла. Изменение физических и механических свойств металла при нагреве и охлаждении. 2.2 Температурные интервалыковки стали и влияющие на них факторы. 2.3 Степень «массивности» заготовки и ее количественная характеристика. Расчет времени нагрева. 2.4 Окалинообразование и обезуглероживание. Зоны пережога и перегрева. Охлаждение и способы охлаждения стальных поковок.	29	14	4	10	—	15	35%

3	<b>Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива.</b> 3.1 Горение – основа печной теплотехники. Характеристики и свойства топлива. Способы сжигания топлива. 3.2. Теплообмен, тепловой баланс и теплотехнические показатели. 3.3 Типы, конструкции пламенных печей и их классификация. 3.4 Устройства для сжигания топлива, удаления продуктов горения и приборы контроля.	28	13	5	8	–	15	35%
4	<b>Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.</b> 4.1 Нагрев в электропечах сопротивления. Классификация и особенности конструкции электропечей. 4.2 Физическая сущность и основные принципы индукционного нагрева металла. Классификация и особенности конструкции индукционных нагревателей. 4.3 Техника безопасности и правила эксплуатации при работе с электрическими нагревательными устройствами.	24	12	4	8	–	12	20%
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>		108	51	17	34	–	57	100%

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие положения теории нагрева.	Теплопроводность. Температурное поле. Теплота сгорания топлива. Конвекция и конвективный теплообмен. Излучение и его природа. Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов. Выбор нагревательных устройств. Выдача задания для расчетной работы. Объяснение последовательности выполнения работы. Установление вида нагрева заготовки (прямой, косвенный).	8
2	Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режимковки и горячей объемной штамповки.	Температурные интервалыковки стали и влияющие на них факторы. Окалинообразование и обезуглероживание. Зоны пережога и перегрева. Охлаждение и способы охлаждения стальных поковок. Разработка технологии нагрева заготовки (слиток или прокат). Диаграмма «железо-углерод». Фазы состояния металла. Определение температуры нагрева заготовки и температурного интервала.	10
3	Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных	Способы сжигания топлива. Устройства для сжигания топлива, удаления продуктов горения и приборы контроля.	8

	печах. Виды топлива.	Обоснование и определение скорости нагрева. Расчет продолжительности нагрева.	
4	Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.	Классификация и особенности конструкции индукционных нагревателей. Техника безопасности и правила эксплуатации при работе с электрическими нагревательными устройствами. Выбор нагревательного устройства. Определение оптимальных и рациональных его характеристик. Проведение расчетов параметров индуктора.	8
<b>ИТОГО:</b>			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	СРС, час.
Раздел 1. Общие положения теории нагрева.	Изучение содержания лекционных и практических занятий и рекомендованной литературы.	8
	Выполнение расчетной работы «Оценка качества нагрева поковки». Изучение рекомендованной литературы по теме расчетной работы. Ознакомление с чертежом поковки, видом и размерами заготовки. Установление вида нагрева (прямой, косвенный).	7
Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режим ковки и горячей объемной штамповки.	Изучение содержания лекционных и практических занятий и рекомендованной литературы.	5
	Выполнение расчетной работы «Оценка качества нагрева поковки». Разработка технологии нагрева заготовки (слиток или прокат). Определение температуры нагрева заготовки и температурного интервала.	10
Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива.	Изучение содержания лекционных и практических занятий и рекомендованной литературы.	5
	Выполнение расчетной работы «Оценка качества нагрева поковки». Обоснование и определение скорости нагрева. Расчет продолжительности нагрева.	10
Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.	Изучение содержания лекционных и практических занятий и рекомендованной литературы.	4
	Выполнение расчетной работы «Оценка качества нагрева поковки». Выбор нагревательного устройства. Определение оптимальных и рациональных его характеристик. Проведение расчетов параметров индуктора.	8
<b>ВСЕГО:</b>		<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9								П							П	РР	Диф.зач.

Условные обозначения:

- РР – выполнение расчетной работы;
- П – посещаемость;
- Диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы:

- оценка посещаемости занятий.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- защита расчетной работы.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Допуском к зачету является успешная сдача студентом расчетной работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые варианты задания для расчетной работы, перечень вопросов для дифференцированного зачета, позволяющие оценить результаты образования по дисциплине, включены в состав УМК по дисциплине и перечислены в Приложении 5. Примеры выполнения расчетной работы включены в состав УМК дисциплины и хранятся на кафедре.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Околович, Геннадий Андреевич.** Нагрев и нагревательные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. А. Околович ; Алтай. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2010. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - \\lib\_server\elres\elr02187.pdf. - Библиогр.: с. 169-170. - Контр. вопр.: в конце глав. - Услов. обоз.: с. 171-171.

5.2.Дополнительная литература:

1. **Золотухин, Николай Михайлович.** Нагрев и охлаждение металла [Электронный ресурс] / Н. М. Золотухин. - Электрон. текстовые дан. - М. : Машиностроение, 1973. - 1 эл. жестк. диск : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 187-190.

2. **Касенков, М. А.** Нагревательные устройства кузнечного производства [Текст] : учебное пособие для вузов / М. А. Касенков. - М. : Машгиз, 1962. - 472 с. : граф., обр., табл., схемы. - Библиогр.: с. 465-469. - Приложения: с. 437-464 (**11 экз.**).

3. **Ковка и штамповка** [Текст] : справочник : в 4 т. / пред. ред. сов. Е. И. Семёнов ; ред. сов. О. А. Ганаго [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2010. - ISBN 978-5-217-03459-8. **Т. 1** : Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / А. Ю. Аверкиев [и др.] ; ред. Е. И. Семёнов. - 2010. - 716 с. : граф., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце разд. - Библиогр.: с. 714-716. - Услов. сокращ.: с. 7-8. - ISBN 978-5-217-03460-4 (**2 экз.**).

4. **Ксенофонтов, Александр Григорьевич.** Расчёт и конструирование нагревательных устройств [Текст] : учебник для вузов / А. Г. Ксенофонтов. - 2-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ



им. Н. Э. Баумана, 2014. - 503 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 496. - Библиогр. в конце глав. - Вопросы для самопроверки: в конце глав. - Предмет. указ.: с. 497-503. - ISBN 978-5-7038-3808-2 (5 экз.)

5. **Ковка и штамповка** [Текст] : справочник : в 4 т. / ред. Е. И. Семёнов [и др.]. - М. : Машиностроение, 1985 - 1987. Т. 1 : Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка : справочное издание / А. Ю. Аверкиев [и др.] ; ред. Е. И. Семёнов. - 1985. - 567 с. : граф., табл., рис. - Библиогр.: с. 557-559. - Предметный указ.: с. 559-567 (32 экз.).

6. **Агеев, Николай Павлович.** Технология производства патронов стрелкового оружия [Текст] : учебник для вузов : в 3 ч. / Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, В. П. Огородников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2005 - 2006. Ч. 3 : Обработка резанием, термическая и химическая обработка, сборка. Проектирование технологических процессов. - 2006. - 222 с. : граф., схемы, табл. - Загл. обл. : Процессы обработки резанием, термической и химической обработки, сборки. Проектирование технологических процессов. - Библиогр. в конце глав. - Осн. усл. обознач. и сокращ.: с. 4-6. - Приложения: с. 189-220. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 5-85546-248-X. 123 экз.

7. **Справочник по технологии** патронного производства [Текст] : в 2 т. Т. 2 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 344 : граф., схемы, табл., фото. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Основ. термины и опред.: с. 7-10. - Основ. усл. обознач. и сокращ.: с. 10-12. - ISBN 978-5-85546-583-9. 10 экз.

8. **Безручко, Игорь Иванович.** Индукционный нагрев для объёмной штамповки [Текст] : монография / И. И. Безручко. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. - 126 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр.: с. 124 - 125. (2 экз.).

#### 5.3. Интернет-ресурсы:

- <https://moodle.voenmeh.ru> – электронный образовательный ресурс по дисциплине «Нагрев и нагревательные устройства», автор О.Л.Киреев;

- <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> . Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

- <https://urait.ru>. Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;

- <http://e.lanbook.com>. ЭБС Лань;

- [www.tnt-ebook.ru](http://www.tnt-ebook.ru).

5.4. Программное обеспечение: программные пакеты для математических расчетов MS Excel и Mathcad.

Специализированных программ не требуется.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса: возможность проверки расчетных работ и рефератов в электронном виде и консультирование при их написании посредством электронной почты.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1) Комплект плакатов.

2) Документация и паспорта различных типов нагревательных устройств.

3) Компьютерные классы (ауд. 320, 377), оснащенные компьютерами с доступом в интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Нагрев и нагревательные устройства» является вариативной частью Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана подготовки по специальности 17.05.01 «Боеприпасы и взрыватели» (специализация «Патроны и гильзы»). Дисциплина реализуется на «Е» факультете «Оружие и системы вооружений» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «Е4» «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональной компетенции ПСК-4 - способность разрабатывать современные технологии производства патронов и гильз.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями нагрева и нагревательных устройств. (Основные положения нагрева и охлаждения металла. Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов. Термический режимковки и горячей штамповки. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Общая трудоемкость освоения дисциплины по очной форме составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (17 часов), практические занятия (34 часа) и 57 часов самостоятельной работы студента.

Обучающиеся выполняют одну расчетную работу.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме оценки посещаемости занятий, рубежный контроль в форме защиты расчетной работы и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

## **ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

### **Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

#### **I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов (Интернет) при подготовке к лекционным занятиям.

**Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

**Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Индивидуальное обучение** – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

#### **II. Виды и содержание учебных занятий**

##### **Раздел 1. Общие положения теории нагрева.**

##### **Лекционные занятия - 4 часа.**

Лекция 1. Основные положения теории нагрева и теплопередачи. Общие сведения о нагреве металла. Основные типы нагрева. Виды передачи тепла.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Лекция 2. Прямой нагрев. Индукционный нагрев. Электроконтактный нагрев. Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

##### **Практические занятия - 8 часов.**

Занятие 1. Теплопроводность. Температурное поле. Теплота сгорания топлива. Конвекция и конвективный теплообмен. Излучение и его природа.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Занятие 2. Выбор нагревательных устройств.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Занятие 3. Выдача задания для расчетной работы. Объяснение последовательности выполнения работы.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 4. Установление вида нагрева заготовки (прямой, косвенный).

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

## **Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режимковки и горячей объемной штамповки.**

### **Лекционные занятия - 4 часа.**

Лекция 3. Структурные и фазовые превращения в металле при нагреве. Изменение физических и механических свойств металла при нагреве и охлаждении.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Лекция 4. Степень «массивности» заготовки и ее количественная характеристика. Расчет времени нагрева.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

### **Практические занятия - 10 часов.**

Занятие 5. Температурные интервалыковки стали и влияющие на них факторы.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Занятие 6. Разработка технологии нагрева заготовки (слиток или прокат).

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 7. Диаграмма «железо-углерод». Фазы состояния металла.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 8. Определение температуры нагрева заготовки и температурного интервала.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 9. Окалинообразование и обезуглероживание. Зоны пережога и перегрева. Охлаждение и способы охлаждения стальных поковок.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

## **Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива.**

### **Лекционные занятия - 5 часов.**

Лекция 5. Горение – основа печной теплотехники. Характеристики и свойства топлива.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Лекция 6. Теплообмен, тепловой баланс и теплотехнические показатели.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Лекция 7.1. Типы, конструкции пламенных печей и их классификация.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

### **Практические занятия - 8 часов.**

Занятие 10. Способы сжигания топлива.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 11. Обоснование и определение скорости нагрева.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 12. Расчет продолжительности нагрева.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 13. Устройства для сжигания топлива, удаления продуктов горения и приборы контроля.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

## **Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.**

### **Лекционные занятия - 4 часа.**

Лекция 7.2. Нагрев в электропечах сопротивления. Классификация и особенности конструкции электропечей.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

Лекция 8. Физическая сущность и основные принципы индукционного нагрева металла.

Форма проведения занятий: изложение информации, дискуссия.

**Практические занятия - 8 часов.**

Занятие 14. Выбор нагревательного устройства. Определение оптимальных и рациональных его характеристик.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 15. Классификация и особенности конструкции индукционных нагревателей.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Занятие 16. Проведение расчетов параметров индуктора.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.

Лекция 17. Техника безопасности и правила эксплуатации при работе с электрическими нагревательными устройствами.

Форма проведения занятий: изложение информации, разбор конкретных ситуаций.



### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 57 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Общие положения теории нагрева.</b>			
Изучение содержания лекционных и практических занятий	Основные положения теории нагрева и теплопередачи. Общие сведения о нагреве металла. Основные типы нагрева. Виды передачи тепла. Теплопроводность. Температурное поле. Теплота сгорания топлива. Конвекция и конвективный теплообмен. Излучение и его природа. Прямой нагрев. Индукционный нагрев. Электроконтактный нагрев. Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов. Выбор нагревательных устройств.	8	Изучение материала по конспекту лекций и (или) по рекомендованной литературе: основная литература: №1 (гл. 3, с. 32–47); дополнительная литература: №6 (гл. 3, с. 81–115); №7 (гл. 17, с. 234–260)
Оформление отчета по расчетной работе	Изучение рекомендованной литературы по теме расчетно-графической работы. Ознакомление с чертежом поковки, видом и размерами заготовки. Установление вида нагрева (прямой, косвенный).	7	
Итого по разделу 1		15	
<b>Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режимковки и горячей объемной штамповки.</b>			
Изучение содержания лекционных и практических занятий	Структурные и фазовые превращения в металле при нагреве. Диаграмма «железо-углерод». Фазы состояния металла. Изменение физических и механических свойств металла при нагреве и охлаждении. Температурные	5	Изучение материала по конспекту лекций и (или) по рекомендованной литературе: основная литература: №1 (гл. 4–5, с. 48–81); дополнительная литература:

	интервалы ковки стали и влияющие на них факторы. Окажинообразование и обезуглероживание. Зоны пережога и перегрева. Охлаждение и способы охлаждения стальных поковок. Степень «массивности» заготовки и ее количественная характеристика. Расчет времени нагрева.		№1, №4 (гл. 5, с. 218–272), №5 (гл. 5).
Оформление отчета по расчетной работе	Разработка технологии нагрева заготовки (слиток или прокат). Определение температуры нагрева заготовки и температурного интервала.	10	
Итого по разделу 2		15	
<b>Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива.</b>			
Изучение содержания лекционных и практических занятий	Горение – основа печной теплотехники. Характеристики и свойства топлива. Способы сжигания топлива. Теплообмен, тепловой баланс и теплотехнические показатели. Типы, конструкции пламенных печей и их классификация. Устройства для сжигания топлива, удаления продуктов горения и приборы контроля.	5	Изучение материала по конспекту лекций и (или) по рекомендованной литературе: основная литература: №1 (гл. 1, с. 6–21; гл. 6, п. 6.1-6.4, с. 81–94); дополнительная литература: №2, №5 (гл. 6).
Оформление отчета по расчетной работе	Обоснование и определение скорости нагрева. Расчет продолжительности нагрева.	10	
Итого по разделу 3		15	
<b>Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.</b>			
Изучение содержания лекционных и практических занятий	Нагрев в электропечах сопротивления. Классификация и особенности конструкции электропечей. Физическая сущность и основные принципы индукционного нагрева металла. Классификация и особенности конструкции индукционных нагревателей. Техника безопасности и правила эксплуатации при работе с электрическими нагревательными устройствами.	4	Изучение материала по конспекту лекций и (или) по рекомендованной литературе: основная литература: №1 (гл. 6, п. 6.5, с. 95–99, гл. 7, с. 100–123); дополнительная литература: №2, №3 (гл. 7, с. 305–340), №5 (гл. 7).
Оформление отчета по расчетной работе	Выбор нагревательного устройства. Определение оптимальных и рациональных его характеристик. Проведение расчетов параметров индуктора.	8	
Итого по разделу 4		12	
	<b>ИТОГО</b>	<b>57</b>	

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекционные занятия	<p>Для успешного обучения необходимо обязательное посещение аудиторных занятий. Кроме того, обязательное и технически грамотное ведение конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Если некоторые вопросы, термины, материалы вызывают у студента трудности, их необходимо пометить и попытаться найти ответ самостоятельно в рекомендованной литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.</p> <p>Также обязательна самостоятельная работа с текстом рекомендованной литературы и при необходимости конспектирование основных положений из литературных источников.</p>
Практические занятия	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка ответов к контрольным вопросам в литературе.</p>
Расчетная работа	<p>Отчет по расчетной работе должен быть написан лаконично, логически последовательно, литературно и технически грамотно, иллюстрирован всеми необходимыми схемами, эскизами, таблицами и рисунками. Текст отчета должен содержать ссылки на чертежи, рисунки, графики и таблицы, а также на использованные литературные источники.</p> <p>Отчет должен быть представлен преподавателю для проверки, после проверки исправлен в соответствии с замечаниями преподавателя и, в случае необходимости, предъявлен для контроля повторно. В процессе подготовки работы к защите студент обязан повторить теоретический материал и соответствующие разделы учебников и учебных пособий и просмотреть использованную при выполнении литературу.</p>
Подготовка к дифференцированному зачету	<p>Необходима максимально сосредоточенная подготовка к сдаче дифференцированного зачета. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. Рекомендации по использованию рекомендованной литературы в процессе самостоятельной работы приведены в приложении 3.</p>

#### Перечень вариантов расчетной работы

Исходные данные для расчетной работы:

- 1) схема участка штамповки (ковки);
- 2) вид и материал исходной заготовки;
- 3) длина  $l$  и диаметр  $d$  исходной заготовки;
- 4) расстояние между нагревательным и штамповочным оборудованием  $s$ ;

- 5) скорость транспортера  $v$ ;
- 6) температура цеха  $T$ .

Задачи расчетной работы:

- 1) определить температурный интервал горячей штамповки (ковки) для заданного материала;
- 2) рассчитать время нагрева до верхнего температурного интервала;
- 3) определить температуру заготовки под прессом (молотом) на поверхности и в центре;
- 4) оценить качество нагрева.

Варианты заданий расчетной работы:

1. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 50 при  $l = 35$  мм;  $d = 40$  мм на участке ковки, если  $s = 4$  м;  $v = 0,2$  м/сек;  $T = 24^\circ \text{C}$ .
2. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 45 при  $l = 80$  мм;  $d = 120$  мм на участке ковки, если  $s = 3,5$  м;  $v = 0,4$  м/сек;  $T = 23^\circ \text{C}$ .
3. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 60 при  $l = 50$  мм;  $d = 45$  мм на участке ковки, если  $s = 5$  м;  $v = 0,3$  м/сек;  $T = 25^\circ \text{C}$ .
4. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 40Х при  $l = 35$  мм;  $d = 70$  мм на участке ковки, если  $s = 4,5$  м;  $v = 0,4$  м/сек;  $T = 25^\circ \text{C}$ .
5. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 35 при  $l = 150$  мм;  $d = 110$  мм на участке ковки, если  $s = 3,5$  м;  $v = 0,5$  м/сек;  $T = 23^\circ \text{C}$ .
6. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 70 при  $l = 80$  мм;  $d = 90$  мм на участке ковки, если  $s = 3$  м;  $v = 0,1$  м/сек;  $T = 25^\circ \text{C}$ .
7. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 35 при  $l = 80$  мм;  $d = 120$  мм на участке ковки, если  $s = 4$  м;  $v = 0,3$  м/сек;  $T = 24^\circ \text{C}$ .
8. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 65 при  $l = 150$  мм;  $d = 80$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 3,5$  м;  $v = 0,2$  м/сек;  $T = 23^\circ \text{C}$ .
9. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 50 при  $l = 50$  мм;  $d = 60$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 4$  м;  $v = 0,3$  м/сек;  $T = 24^\circ \text{C}$ .
10. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 40 при  $l = 60$  мм;  $d = 70$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 3,5$  м;  $v = 0,6$  м/сек;  $T = 26^\circ \text{C}$ .
11. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 15ХН при  $l = 85$  мм;  $d = 70$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 4$  м;  $v = 0,5$  м/сек;  $T = 24^\circ \text{C}$ .
12. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 75 при  $l = 80$  мм;  $d = 80$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 4,5$  м;  $v = 0,2$  м/сек;  $T = 25^\circ \text{C}$ .
13. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 35 при  $l = 85$  мм;  $d = 90$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 3,5$  м;  $v = 0,4$  м/сек;  $T = 26^\circ \text{C}$ .
14. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 40Х при  $l = 80$  мм;  $d = 100$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 4$  м;  $v = 0,5$  м/сек;  $T = 25^\circ \text{C}$ .
15. Определить параметры и оценить качество нагрева прутковой заготовки из стали 20 при  $l = 50$  мм;  $d = 40$  мм на участке горячей штамповки, если  $s = 3,8$  м;  $v = 0,4$  м/сек;  $T = 23^\circ \text{C}$ .

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Фонды оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить знания студентов по данной дисциплине, включают в себя:

- комплект вариантов расчетных работ (РР) по теме «Оценка качества нагрева поковки» в количестве 15 шт;
- комплект вопросов для письменного тестирования (Т);
- образцы выполненной расчетной работы в количестве 5 шт. размещены в составе УМК по дисциплине.

Фонды оценочных средств хранятся на кафедре в составе УМК дисциплины.

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ».

### Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНИЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ПСК-4	
5	9	1	<b>Раздел 1. Общие положения теории нагрева.</b> 1.1 Основные положения теории нагрева и теплопередачи. Общие сведения о нагреве металла. Основные типы нагрева. Виды передачи тепла. 1.2 Теплопроводность. Температурное поле. Теплота сгорания топлива. Конвекция и конвективный теплообмен. Излучение и его природа. 1.3 Прямой нагрев. Индукционный нагрев. Электроконтактный нагрев. 1.4 Применение нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов. Выбор нагревательных устройств.	27	12	4	8	—	15	10%	РР, Т



2	<b>Раздел 2. Нагрев и охлаждение металла. Термический режимковки и горячей объемной штамповки.</b> 2.1 Структурные и фазовые превращения в металле при нагреве. Диаграмма «железо-углерод». Фазы состояния металла. Изменение физических и механических свойств металла при нагреве и охлаждении. 2.2 Температурные интервалыковки стали и влияющие на них факторы. 2.3 Степень «массивности» заготовки и ее количественная характеристика. Расчет времени нагрева. 2.4 Окалинообразование и обезуглероживание. Зоны пережога и перегрева. Охлаждение и способы охлаждения стальных поковок.	29	14	4	10	—	15	35%	РР, Т
3	<b>Раздел 3. Нагрев заготовок в пламенных печах. Виды топлива.</b> 3.1 Горение — основа печной теплотехники. Характеристики и свойства топлива. Способы сжигания топлива. 3.2 Теплообмен, тепловой баланс и теплотехнические показатели. 3.3 Типы, конструкции пламенных печей и их классификация. 3.4 Устройства для сжигания топлива, удаления продуктов горения и приборы контроля.	28	13	5	8	—	15	35%	РР, Т
4	<b>Раздел 4. Электронагрев и индукционный нагрев. Виды применяемого оборудования.</b> 4.1 Нагрев в электропечах сопротивления. Классификация и особенности конструкции электропечей. 4.2 Физическая сущность и основные принципы индукционного нагрева металла. Классификация и особенности конструкции индукционных нагревателей. 4.3 Техника безопасности и правила эксплуатации при работе с электрическими нагревательными устройствами.	24	12	4	8	—	12	20%	РР, Т
<b>ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>		108	51	17	34	—	57	100%	

### Перечень вопросов для письменного тестирования

1. Перечислите основные положения теории нагрева и теплопередачи. Укажите виды передачи тепла.
2. Охарактеризуйте понятия «теплопроводность», «температурное поле», «коэффициент теплопроводности», «теплота сгорания топлива», «конвекция», «конвективный теплообмен», «коэффициент теплоотдачи», «излучение», «закон излучения».
3. Укажите основные принципы прямого, индукционного и электроконтактного нагрева. Как происходит выбор нагревательных устройств?
4. Охарактеризуйте по диаграмме «железо-углерод» структурные и фазовые превращения в металле при нагреве, критические температуры, фазы состояния металла. Как изменяются физические и механические свойства металла при нагреве и охлаждении?
5. Опишите явления окалинообразования и обезуглероживания.
6. Охарактеризуйте оптимальный и технологически необходимый интервалы температурковки стали и укажите факторы на них влияющие. Дайте понятие зоны пережога и перегрева.

7. Опишите процесс охлаждения стальных поковок. Перечислите способы их охлаждения.
8. Дайте понятие степени «массивности» поковок и ее количественной оценки.
9. Как происходит расчет времени нагрева для тонких и массивных заготовок, для индукционного нагрева?
10. Приведите классификацию пламенных печей. Опишите типы и конструкцию методических пламенных печей.
11. Охарактеризуйте устройства для сжигания топлива в печи, приборы контроля, испытания и регулирования работы.
12. Приведите теоретические основы расчета пламенных печей. Как происходит удаление продуктов горения из печи?
13. Опишите характеристики и свойства топлива нагревательных печей. Что понимают под газообразным топливом?
14. Охарактеризуйте процесс горения в печи. Укажите способы сжигания газообразного топлива и укажите порядок расчета процесса горения.
15. Охарактеризуйте понятия «теплообмен», «тепловой баланс», «теплотехнические показатели», «коэффициент полезного действия печи», «удельный расход тепла», «коэффициент использования тепла».
16. Опишите процесс нагрева в электропечах сопротивления. Приведите классификацию электропечей сопротивления и охарактеризуйте их конструкцию.
17. Опишите физическую сущность и основные принципы индукционного нагрева металла. Охарактеризуйте понятия «поверхностный эффект» и «сквозной нагрев».
18. Как происходит выбор частоты и времени нагрева, мощности индукционного нагревателя? Опишите характер распределения температуры по сечению заготовки.
19. Охарактеризуйте конструкцию индукционных нагревателей. Приведите их классификацию.
20. Опишите комбинированные способы нагрева. За счет чего достигается экономическая эффективность от внедрения индукционного нагрева в кузнечном производстве?
21. Перечислите варианты применения нагрева заготовок в технологических процессах изготовления элементов боеприпасов.

## **Критерии оценивания**

### **Посещаемость**

Посещаемость контролируется преподавателем и учитывается при простановке оценки в пограничных ситуациях оценок 2-3, 3-4, 4-5. Если студент посещает 90% и более занятий, то ему ставится более высокая оценка.

### **Расчетная работа**

Отчет по расчетной работе представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и правильные ответы во время защиты соответствуют предъявляемым требованиям работа считается защищенной.

Расчетные работы оценивают по следующим критериям:

- правильность ответов на вопросы преподавателя при защите отчета по расчетной работе;
- правильность оформления отчета (соответствие стандарту ГОСТ 7.32, структурная упорядоченность, ссылки на литературу, таблицы и т.д.);
- логичность и последовательность изложения материала;
- высокое качество графического материала.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке к случаю:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого материала (результатов измерений, расчетов, графиков, диаграмм и т.п.).

### **Дифференцированный зачет (письменное тестирование)**

Критерии оценивания:

-правильные полные и четкие ответы на все вопросы преподавателя, при технически грамотном представлении, требуемого для пояснения, иллюстрированного материала в виде эскизов иллюстрирующих основные принципы нагрева и процессов происходящих в металле при нагреве, конструктивных схем нагревательных устройств и их элементов – 5 баллов;

-правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы, при технически грамотном представлении иллюстрированного материала в виде эскизов иллюстрирующих основные принципы нагрева и процессов происходящих в металле при нагреве, конструктивных схем нагревательных устройств и их элементов – 4 балла;

-правильные ответы на большую часть поставленных вопросов при недостаточном полном их освещении при достаточном технически грамотном оформлении требуемого иллюстрированного материала в виде эскизов иллюстрирующих основные принципы нагрева и процессов происходящих в металле при нагреве, конструктивных схем нагревательных устройств и их элементов – 3 балла;

-неправильные и неполные ответы на все поставленные преподавателем вопросы при технически неграмотном изложении требуемого иллюстрированного материала в виде эскизов иллюстрирующих основные принципы нагрева и процессов происходящих в металле при нагреве, конструктивных схем нагревательных устройств и их элементов – 2 балла.

## СПРАВКА

### о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: **«Нагрев и нагревательные устройства».**

2. Кафедра: Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

3. Перечень основной учебной литературы:

3.1. **Околович, Геннадий Андреевич.** Нагрев и нагревательные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. А. Околович ; Алтай. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2010. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - \\lib\_server\elres\elr02187.pdf. - Библиогр.: с. 169-170. - Контр. вопр.: в конце глав. - Услов. обоз.: с. 171-171.

4. Перечень дополнительной литературы:

4.1. **Золотухин, Николай Михайлович.** Нагрев и охлаждение металла [Электронный ресурс] / Н. М. Золотухин. - Электрон. текстовые дан. - М. : Машиностроение, 1973. - 1 эл. жестк. диск : схемы, граф., табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01482.pdf. - Библиогр.: с. 187-190.

4.2. **Касенков, М. А.** Нагревательные устройства кузнечного производства [Текст] : учебное пособие для вузов / М. А. Касенков. - М. : Машгиз, 1962. - 472 с. : граф., обр., табл., схемы. - Библиогр.: с. 465-469. - Приложения: с. 437-464 (**11 экз.**).

4.3. **Ковка и штамповка** [Текст] : справочник : в 4 т. / пред. ред. сов. Е. И. Семёнов ; ред. сов. О. А. Ганаго [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2010. - ISBN 978-5-217-03459-8. **Т. 1** : Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / А. Ю. Аверкиев [и др.] ; ред. Е. И. Семёнов. - 2010. - 716 с. : граф., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце разд. - Библиогр.: с. 714-716. - Услов. сокращ.: с. 7-8. - ISBN 978-5-217-03460-4 (**2 экз.**).

4.4. **Ксенофонтов, Александр Григорьевич.** Расчёт и конструирование нагревательных устройств [Текст] : учебник для вузов / А. Г. Ксенофонтов. - 2-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 503 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 496. - Библиогр. в конце глав. - Вопросы для самопроверки: в конце глав. - Предмет. указ.: с. 497-503. - ISBN 978-5-7038-3808-2 (**5 экз.**)

4.5. **Ксенофонтов, Александр Григорьевич.** Расчёт и конструирование нагревательных устройств [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Г. Ксенофонтов. - 2-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 503 с. - (ЭБС Айбукс). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/363871/reading> (дата обращения: 19.02.2021). - Текст: электронный.

4.6. **Ковка и штамповка** [Текст] : справочник : в 4 т. / ред. Е. И. Семёнов [и др.]. - М. : Машиностроение, 1985 - 1987. **Т. 1** : Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка : справочное издание / А. Ю. Аверкиев [и др.] ; ред. Е. И. Семёнов. - 1985. - 567 с. : граф., табл., рис. - Библиогр.: с. 557-559. - Предметный указ.: с. 559-567 (**32 экз.**).

4.7. **Агеев, Николай Павлович.** Технология производства патронов стрелкового оружия [Текст] : учебник для вузов : в 3 ч. / Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, В. П. Огородников ; БГТУ

"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2005 - 2006. **Ч. 3** : Обработка резанием, термическая и химическая обработка, сборка. Проектирование технологических процессов. - 2006. - 222 с. : граф., схемы, табл. - Загл. обл. : Процессы обработки резанием, термической и химической обработки, сборки. Проектирование технологических процессов. - Библиогр. в конце глав. - Осн. усл. обознач. и сокращ.: с. 4-6. - Приложения: с. 189-220. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 5-85546-248-X. **132 экз.**

4.8. **Агеев, Николай Павлович.** Технология производства патронов стрелкового оружия [Электронный ресурс] : учебник для вузов : в 3 ч. / Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, В. П. Огородников. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2005 - 2006. - Электрон. версия печ. публикации [\\lib\\_server\elres\elr01535.pdf](http://lib_server\elres\elr01535.pdf). **Ч. 3** : Обработка резанием, термическая и химическая обработка, сборка. Проектирование технологических процессов. - 2006. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Библиогр. в конце глав. - Осн. усл. обознач. и сокращ.: с. 4-6. - Приложения: с. 189-220. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 5-85546-248-X.

4.9. **Справочник по технологии** патронного производства [Текст] : в 2 т. Т. 2 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 344 : граф., схемы, табл., фото. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Основ. термины и опред.: с. 7-10. - Основ. усл. обознач. и сокращ.: с. 10-12. - ISBN 978-5-85546-583-9. **10 экз.**

4.10. **Справочник по технологии** патронного производства [Электронный ресурс] : в 2 т. Т. 2 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2011. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фото. - Электрон. версия печ. публикации [\\lib\\_server\elres\elr01659.pdf](http://lib_server\elres\elr01659.pdf). - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Основ. термины и опред.: с. 7-10. - Основ. усл. обознач. и сокращ.: с. 10-12. - ISBN 978-5-85546-583-9.

Директор библиотеки



(Сесина Н.В.)

Дата



ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ  
НА 202\_/202\_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика Е4 «\_\_\_»\_\_\_\_\_202\_г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/