

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович
Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова
Дата подписания: 19.04.2024 15:31:06
Уникальный программный ключ:
dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

2023 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины «Б1.О.15 Материаловедение»

для подготовки бакалавриата
Направление: 21.03.02 Землеустройство и кадастры
Направленность: Землеустройство сельских и городских территорий

Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2022 г

Курс 3
Семестр 5

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Составители: Гайдар. С.М., д.т.н., проф.

Пикина А.М., к.т.н., доц.

Барчукова А.С., ассистент

2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии машиностроения протокол № 1 от «19» 08 2023 г.

Зав. кафедрой материаловедения и технологии машиностроения

д.т.н., проф. С.М.Гайдар

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства
Дубенок Н.Н. д.с.-х.н., профессор



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина
Кафедра «Материаловедение и технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института мелиорации,
водного хозяйства и строительства А.Н.
Костякова
“ ” Д.М. Бенин
2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.15.Материаловедение

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 21.03.02 Землеустройство и кадастры
Направленности: Землеустройство сельских и городских территорий
Курс 3
Семестр 5

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022 г.

Москва, 2022

Разработчики:

Гайдар С.М., д.т.н., профессор

Пикина А.М., ассистент

«2» 09 2022г.

«2» 09 2022г.

Рецензент Казанцев С.П., д.т.н., профессор

«2» 09 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Материаловедение и технология машиностроения» протокол № 1 от «2» 09 2022г.

Зав. кафедрой Гайдар С.М., д.т.н., профессор

«2» 09 2022г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической

комиссии протокол № 9 от 24 августа 2022г.

« » 2022г.

Заведующий выпускающей кафедрой

Борухина В.Г.

«2» 09 2022г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ

Ермилова Д.В.

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	8
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	12
ПО СЕМЕСТРАМ	
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ	20
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	35
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	36
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	36
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	56
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	59
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	59
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	59
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	59
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	59
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	60
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	60
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	62
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	64
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	64
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	65

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.15. «Материаловедение» для подготовки бакалавров по направлению 21.03.02 Землеустройство и кадастры, направленности: Землеустройство сельских и городских территорий

Целью освоения дисциплины «Материаловедение» является освоение студентами теоретических и практических знаний необходимых для обоснованного выбора материалов и способов их обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали, использования технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции, а также навыков проведения, и оценки результатов измерений и готовности к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин.

Место дисциплины в учебном процессе: дисциплина «Материаловедение» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-4.4; ОПК-7.1

Краткое содержание дисциплины: дисциплина состоит из двух профессиональных модулей: «Материаловедение» (основные разделы: основы теории сплавов, термическая обработка, методы поверхностного упрочнения) и «Обработка конструкционных материалов резанием» (основные разделы: физические основы процесса резания, сила и скорость резания при точении, зубо- и резьбонарезание, обработка пластическим деформированием). Дисциплина даёт студентам представления об основных материалах, используемых в машиностроении, их свойствах и строении. Знакомит студентов с основами термообработки материалов, технологиями и средствами упрочнения материалов, а также с методами обработки материалов. Полученные знания позволяют сделать правильный выбор материала, видов и режимов термической и механической обработки, методов упрочнения и сварки.

Полученные в ходе освоения данной дисциплины знания являются базовыми для изучения ряда профессиональных дисциплин и необходимы для дальнейшей подготовки бакалавров. Представления о свойствах и строении материалов, способах обработки и применяемых инструментах и оборудовании являются основой для конструирования и производства деталей и механизмов любого назначения.

Общая трудоёмкость составляет 3 з.е. (108 ч).

Промежуточный контроль: зачет в 5-м семестре.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Материаловедение» является освоение студентами теоретических и практических знаний, необходимых для обоснованного выбора материалов и способов их обработки, для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали, использования технических средств для определения параметров технологических процессов и качества продукции, а также навыков проведения и оценки результатов измерений и готовности к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин.

Задачи освоения дисциплины: изучение и практическое освоение основ теории и технологии термической обработки, методов и технических средств упрочнения деталей с.-х. техники, обработки металлов давлением, сварки и пайки; основ литейного производства; обработки материалов резанием на металлообрабатывающем оборудовании; изучение влияния различных факторов на обрабатываемость материалов, качество и точность обработки; освоение методик назначения рациональных режимов резания; знакомство с металлорежущими станками, механизмами, станочными приспособлениями.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение» студент *должен:*

знать основы теории и технологии термической обработки, методов и технических средств упрочнения деталей с.-х. техники, обработки металлов

давлением, сварки и пайки; основ литейного производства; закономерности резания конструкционных материалов, способы и режимы обработки, инструментальные материалы и инструменты;

уметь выбирать рациональный способ и режимы изготовления, упрочнения обработки деталей, оборудование, инструменты; применять средства контроля технологических процессов;

владеть методиками выбора метода получения заготовки, обоснования выбора марки материала детали, инструмента, назначения элементов режима обработки и оборудования исходя из технических требований к изделию; методами контроля технологических процессов и качества изделий; средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

Знания, умения и навыки, получаемые в результате изучения дисциплины «Материаловедение», необходимы для последующего изучения специальных дисциплин и дальнейшей их практической деятельности в области эффективного использования и обслуживания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, а также разработки технических средств технологической модернизации сельско-хозяйственного производства.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Материаловедение» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части. Дисциплина Б1.О.15. «Материаловедение» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 21.03.02 Землеустройство и кадастры, направленности: Землеустройство сельских и городских территорий

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются *Математика (1 и 2 семестры); Физика (2 семестр); химия (1 семестр); Начертательная геометрия (1 семестр); Инженерная графика (1 и 2 семестры); Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (1 и 2 семестры)*. Сопутствующими дисциплинами являются *Сопротивление материалов (3 и 4 семестры), Детали машин и основы кон-*

струирования (4 семестр), Метрология, стандартизация и сертификация (4 семестр).

Особенностью дисциплины является необходимость ее изучения независимо от профиля инженерной подготовки. Она охватывает глобальные вопросы, связанные со строением, структурой, свойствами, способами получения материалов, а также разработкой технологий их обработки.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине материаловедение и технологии конструкционных материалов, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК 1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК 1.1 Демонстрирует знание основных законов моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимых для решения задач в области землеустройства и кадастров	знание основных законов моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимых для решения задач в области землеустройства и кадастров	использовать основы математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимых для решения задач в области землеустройства и кадастров	основами математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимых для решения задач в области землеустройства и кадастров
			ОПК 1.2 Использует знания основных законов моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания для решения задач в области землеустройства и кадастров	знания основных законов моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания для решения задач в области землеустройства и кадастров	использовать основные законы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания для решения задач в области землеустройства и кадастров	основами математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, необходимых для решения задач в области землеустройства и кадастров
2.	ОПК 4	Способен проводить	ОПК 4.4 Использует			

		измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	современное специализированное оборудование, инструменты, приборы и программное обеспечение при проведении проектных и изыскательских работ	современное специализированное оборудование, инструменты, приборы и программное обеспечение при проведении проектных и изыскательских работ	обрабатывать и представлять полученные результаты с применением информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	приборами и программным обеспечением при проведении проектных и изыскательских работ
3.	ОПК 7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	ОПК 7.1 Демонстрирует знания действующих нормативно-правовых актов, производственно-отраслевых нормативных документов, нормативно-технической и иной документации	знания действующих нормативно-правовых актов, производственно-отраслевых нормативных документов, нормативно-технической и иной документации	составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	знаниями действующих нормативно-правовых актов, производственно-отраслевых нормативных документов, нормативно-технической и иной документации

4. Структура и содержание дисциплины

Общий объём дисциплины «Материаловедение» 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2. В учебном плане предусмотрены лекционные, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа студентов. Формой контроля знаний студентов и усвоения материала дисциплины «Материаловедение» является –зачет.

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.	
	час.	в т.ч. по семестрам
		№ 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	50,25	50,25
Аудиторная работа	50,25	50,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,75	57,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	50	50
<i>подготовка к зачету</i>	7,75	7,75
Вид промежуточного контроля:		зачет

4.2. Содержание дисциплины

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» состоит из двух модулей, содержание которых представлено в таблице 3.

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Модуль 1 «Материаловедение и горячая обработка металлов»						
Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.	16	2	4	-		10
Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния железо-цементит. Термическая обработка сталей.	14	2	4	-		8
Раздел 3. Легированные стали и сплавы. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.	10	2	2	-		6
Раздел 4. Сплавы на основе цветных металлов. Металлургия. Литейное производство. Обработка металлов давлением. Сварка материалов.	14	2	6	-		6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»						
Раздел 1. Процесс резания и его основные элементы.	14	2	4	-		8
Раздел 2. Токарные резцы	12	2	4	-		6
Раздел 3. Физические основы процесса резания металлов. Износ режущих инструментов.	14	2	6	-		6
Раздел 4. Силы и скорость резания при точении.	13,75	2	4	-		7,75
Итого по дисциплине	108	16	34		0,25	57,75

Модуль 1. материаловедение и горячая обработка металлов

Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.

Тема 1. Предмет и методы изучения науки.

Предмет изучения. Что и как изучает наука «Материаловедение». Методы изучения строения и свойств материалов (механические испытания, макро- и микроанализ).

Тема 2. Конструкционные материалы.

Классификация конструкционных материалов. Определение основных классов конструкционных материалов. Кристаллизация металлов. Кристаллическое строение металлов (полиморфизм, анизотропия). Основные типы кристаллических решёток.

Дефекты кристаллического строения (точечные, линейные и объёмные).

Тема 3. Основные виды сплавов.

Понятия: система, сплав, компонент, фаза, структура. Способы получения сплавов. Виды сплавов: механические смеси, твёрдые растворы, химические соединения.

Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.

Методы построения диаграммы состояния сплавов экспериментальным путём и анализ их основных типов. Правило отрезков. Связь между типом диаграммы состояния и свойствами по Н.С.Курнакову.

Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы.

Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит.

Компоненты железоуглеродистых сплавов (железо, углерод). Фазы железоуглеродистых сплавов (жидкая, аустенит, феррит, цементит, графит). Структуры железоуглеродистых сплавов (перлит, ледебурит, ледебурит перестроенный). Диаграмма состояния железо-цементит, линии и критические точки диаграммы. Стали, чугуны (классификация, маркировка и свойства).

Раздел 3. Термическая обработка сталей.

Тема 1. Основы теории термической обработки стали.

Критические точки при нагреве и охлаждении в стали. Превращения при нагреве в стали. Превращения аустенита при охлаждении. Степень переохлаждения аустенита. Диаграмма изотермического превращения аустенита (ДИПА). Методика построения ДИПА, области, линии, фазы и структуры.

Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его переохлаждения.

Диффузионное (перлитное) превращение. Продукты перлитного превращения (перлит, сорбит, троостит). Промежуточное (бейнитное) превращение переохлажденного аустенита. Бездиффузионное (мартенситное) превращение переохлажденного аустенита. Критическая скорость охлаждения. Мартенсит.

Тема 3. Технологии термической обработки сталей.

Понятие термической обработки. Основные параметры термообработки. Закалка (непрерывная закалка, прерывистая закалка, ступенчатая закалка, изотермическая закалка). Обработка холодом. Отпуск (низкий, средний, высокий). Улучшение. Нормализация. Отжиг. Отжиг первого рода (диффузион-

ный, рекристаллизационный). Отжиг второго рода (полный, неполный, изотермический).

Раздел 4. Легированные стали и сплавы.

Тема 1. Легирующие элементы и их влияние на свойства стали.

Основные легирующие элементы в сталях и чугунах. Влияние легирующих элементов на свойства сталей. Влияния легирующих элементов на превращения в стали. Обозначение легирующих элементов в сталях.

Тема 2. Легированные стали.

Основные классы легированных сталей по назначению. Конструкционные стали: строительные, для холодной штамповки, цементируемые, улучшаемые, пружинно-рессорные, шарикоподшипниковые, жаростойкие, жаропрочные, износостойкие, автоматные. Инструментальные стали.

Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали.

Коррозия. Способы защиты от коррозии. Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали.

Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.

Шарикоподшипниковые стали. Особенности работы и термической обработки. Жаростойкость и жаропрочность. Жаростойкие, жаропрочные стали. Износостойкие стали сплавы.

Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.

Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД).

Упрочнение деталей ХПД (наклёп). Механизм упрочнения, изменение механических свойств при ХПД. Технологии деформационного упрочнения. Рекристаллизация.

Тема 2. Химико-термическая обработка (ХТО).

Разновидности ХТО. Последовательность этапов проведения ХТО. Цементация, азотирование, нитроцементация (цианирование), технологии и свойства получаемых слоёв. Диффузионная металлизация.

Тема 3. Закалка токами высокой частоты (ТВЧ).

Электромагнитная индукция. Индукционный нагрев. Закалка ТВЧ. Технология, оборудование и режимы закалки ТВЧ. Свойства получаемых слоёв.

Тема 4. Технологии локального упрочнения.

Газопламенная закалка. Электромеханическая обработка (ЭМО), технология, оборудование, режимы, получаемые структуры. Лазерная закалка. Электроискровое легирование.

Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.

Тема 1. Цветные металлы.

Характерные особенности цветных металлов.

Тема 2. Алюминий и его сплавы.

Алюминий. Сплавы на основе алюминия (деформируемые, литейные, не упрочняемые термообработкой, упрочняемые термообработкой). Диаграмма состояния алюминий-медь (области и фазы диаграммы), строение сплавов и микроструктура. Термическая обработка дуралюминов (закалка и

старение). Диаграмма состояния алюминий-кремний (области и фазы диаграммы), строение силуминов и их микроструктура.

Тема 3. Медь и её сплавы.

Чистая медь. Латунь. Бронзы. Маркировка сплавов на основе меди, их микроструктура и применение.

Тема 4. Антифрикционные сплавы.

Подшипники скольжения. Подшипники качения. Принцип Шарпи и второй вариант рабочей структуры подшипников скольжения. Антифрикционные сплавы (антифрикционные чугуны, баббиты, антифрикционные бронзы)

Раздел 7. Металлургия. Литейное производство. Обработка материалов давлением. Сварка материалов.

Тема 1. Metallургия.

Производство чугуна, стали и цветных металлов.

Тема 2. Литейное производство.

Технология получения отливок. Литьё в песчаные формы. Специальные способы литья. Литейные дефекты.

Тема 3. Обработка материалов давлением.

Пластическое деформирование. Прокатное производство. Объёмная и листовая штамповка. Волочение. Машинная и свободная ковка.

Тема 4. Сварка металлов.

Теоретические основы соединения материалов (потенциальный барьер). Стадии процесса. Определение сварки. Виды сварки (плавлением, давлением). Ручная дуговая сварка. Оборудование и режимы ручной дуговой сварки. Строение сварного шва. Газовая сварка (оборудование и параметры процесса). Сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов. Плазменная сварка. Электрошлаковая сварка. Сварка давлением. Контактная сварка (стыковая, точечная, шовная). Электроконтактная приварка. Диффузионная сварка. Сварка трением. Сварка взрывом. Индукционная сварка. Термитная сварка. Ультразвуковая сварка. Пайка металлов. Определение пайки. Контроль качества сварных и паяных соединений. Оценка качества процесса сварки (технологические коэффициенты ручной дуговой сварки) и получаемых сварных соединений (методы контроля и испытаний сварных соединений).

Раздел 8. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.

Тема 1. Полимерные материалы.

Пластмассы (термопластичные и термореактивные пластмассы). Применение. Понятие о методах переработки пластмасс в изделия. Резинотехнические материалы. Искусственные каменные материалы.

Тема 2. Композиционные материалы и наноматериалы

Композиты. Понятие матрицы и наполнителя. Дисперсно-упрочнённые композитные материалы. Волокнистые композитные материалы (с одно-, дву-, и трёхосным расположением армирующих волокон). Композитные материалы на полимерной основе. Наноматериалы и их применение.

Модуль 2. Обработка конструкционных материалов резанием

Раздел 2.1. Процесс резания и его основные элементы

Тема 2.1.1. Обработка металлов резанием

Лезвийная и абразивная обработка. Кинематика резания. Обрабатываемая и обработанная поверхности, поверхность резания. Схема резания, поверхности, движения. Материалы для изготовления режущих инструментов. Новые инструментальные материалы. Стали для изготовления корпусов, оправок и др.

Раздел 2.2. Токарные резцы

Тема 2.2.1. Назначение, классификация и типы токарных резцов

Конструктивные элементы токарного резца. Марки твёрдых сплавов по ГОСТ 3882–74 и ISO и области их применения. Группы применяемости сплавов по ISO–513 (P, M, K, N, S, H). Формы и размеры пластинок твёрдого сплава. Способы дробления стружки. Конструкции резцов со сменными твёрдо-сплавными пластинами. Координатные плоскости. Геометрические параметры токарных резцов. Кинематические углы резца.

Раздел 2.3. Физические основы процесса резания металлов

Тема 2.3.1. Процессы стружкообразования при резании.

Процесс образования стружки при резании конструкционных материалов. Виды стружек. Явления, сопровождающие процесс резания металлов. Деформации в процессе резания пластических материалов. Работа и тепловые явления в процессе резания. Изнашивание режущих инструментов.

Виды и формы износа. Критерий износа. Смазочно-охлаждающие жидкости и их влияние на процесс обработки. Качество обработанной поверхности. Показатели качества. Основные критерии оценки шероховатости обработанной поверхности по ГОСТ. Вибрации при резании металлов. Волнистость.

Раздел 2.4. Силы и скорость резания при точении.

Тема 2.4.1. Силы резания при точении.

Схема действия сил на резец. Равнодействующая сила резания и её составляющие. Факторы, влияющие на главную составляющую силы резания. Мощность и крутящий момент резания при точении.

Скорость резания и стойкость инструмента при точении.

Факторы, влияющие на скорость резания. Методика назначения рационального режима резания при точении.

Производительность работы при точении и пути ее повышения. Токарно-винторезный станок. Силовое и скоростное резание.

Обрабатываемость материалов и критерии ее оценки.

Влияние различных факторов на обрабатываемость материалов. Показатели обрабатываемости при черновой и чистовой обработке. Методы оценки обрабатываемости.

Раздел 2.5. Сверление, зенкерование, развёртывание

Тема 2.5.1. Режимы резания при сверлении, зенкеровании и развёртывании.

Назначение и типы свёрл, зенкеров и разверток. Конструктивные элементы спиральных свёрл, зенкеров и разверток. Геометрия режущей части.

Схемы обработки и элементы режима резания. Способы повышения эксплуатационной стойкости сверл. Силы и крутящий момент при сверлении. Скорость резания и стойкость сверл. Назначение режима резания при сверлении, зенкерования и развертывании. Сверла с пластинками твердого сплава. Заточка сверл.

Раздел 2.6. Стругание, долбление и протягивание

Тема 2.6.1. Особенности резания при стругании, долблении и протягивании.

Стругальные и долбежные резцы. Станки. Элементы режима резания. Назначение режима резания. Протягивание. Назначение. Типы протяжек. Конструктивные элементы и геометрия протяжек. Расчет протяжек на прочность. Схемы протягивания. Элементы режима резания и основное время. Заточка протяжек. Прошивка и ее конструктивные особенности. Выглаживающие протяжки.

Раздел 2.7. Фрезерование

Тема 2.7.1. Разновидности фрезерования. Типы фрез.

Схемы цилиндрического и торцового фрезерования и элементы режима резания. Факторы, влияющие на скорость резания. Фрезерные станки. Типы фрез. Конструктивные элементы фрез с незатылованными и затылованными зубьями. Износ и критерии затупления фрез. Фасонные фрезы. Заточка фрез. Методика назначения режима резания при фрезеровании.

Раздел 2.8. Резьбонарезание

Тема 2.8.1. Резьбонарезание. Инструмент.

Резьбонарезные инструменты для получения наружной и внутренней резьбы. Метчики, плашки, резцы, фрезы, резьбонарезные головки. Конструктивные и геометрические параметры инструментов. Стойкость инструментов. Нарезание резьб на токарно-винторезных станках резьбовыми резцами. Элементы режима резания. Основное время при нарезании резьбы метчиком на станке.

Раздел 2.9. зубонарезание

Тема 2.9.1. зубонарезание. Инструмент.

Нарезание цилиндрических зубчатых колес методами копирования и обкатки. Конструкция модульных дисковых и пальцевых фрез. Комплекты и номера дисковых модульных фрез. Червячные фрезы. Особенности конструкции и геометрические параметры. зуборезные долбяки. Конструктивные элементы.

Инструменты для обработки конических колес. Нарезание конических колес с прямым и спиральным зубом. зубостругальные резцы, круговые протяжки, резцовые головки. Отделка цилиндрических колес. Шлифование, притирка и шевингование. Шеверы. Конструктивные элементы.

Раздел 2.10. Абразивные материалы и методы обработки поверхностей

Тема 2.10.1. Виды абразивной обработки. Инструмент.

Сущность и назначение шлифования. Абразивные и алмазные инструменты для шлифования и отделочных методов обработки. Основные виды

шлифования. Шлифовальные станки. Элементы режима резания. Заточка инструментов из быстрорежущих сталей и оснащенных твердыми сплавами. Методы доводки поверхностей. Хонингование. Суперфиниширование. Притирка. Полирование. Точность и шероховатость поверхности

Раздел 2.11. Обработка пластическим деформированием

Тема 2.11.1. Пластическое деформирование.

Преимущества и недостатки методов пластического деформирования. Алмазное выглаживание, накатывание и раскатывание цилиндрических поверхностей. Дорнование и калибрование отверстий. Центробежная обработка, редуцирование. Накатывание резьб, шлицев и зубчатых колес.

Раздел 2.12. Электрохимические и электрофизические методы обработки

Тема 2.12.1. Электрохимические и электрофизические методы обработки.

Анодно-механическая обработка металлов и её разновидности.

Электроабразивная и электроалмазная обработка. Режимы обработки. Применение. Электроискровая и электроимпульсная обработка металлов. Области применения. Инструменты. Режимы обработки. Применение.

Ультразвуковая обработка. Режимы обработки. Области применения.

Понятие об обработке материалов лазерами и электронным лучом.

4.3. Лекции / практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 «Материаловедение и горячая обработка металлов»					
Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.					
1	Тема 1. Предмет и методы изучения науки. Тема 2. Конструкционные материалы. Тема 3. Основные виды сплавов. Тема 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.	Лекция № 1. Введение в дисциплину. Классификация и свойства материалов. Основы теории сплавов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 1 Понятия макро- и микроструктурного анализа металлов	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 2 Основные механические свойства. Определение твердости металлов	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 3. Методика построения диаграмм состояния двойных сплавов. Правило Курнакова Н.С	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы.					
2	Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит.	Лекция № 2. Железоуглеродистые сплавы и основы термической обработки сталей.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 4 Диаграмма состояния сплавов железо-цементит	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 5 Микроанализ углеродистых сталей и чугунов в равновесном состоянии	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
1	2	3	4	5	6
Раздел 3. Термическая обработка сталей					
3	Тема 1. Основы теории термической обработки стали. Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его охлаждения. Тема 3. Технологии термической обработки сталей.	Лекция №2. Железоуглеродистые сплавы и основы термической обработки сталей.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 6. Построение и анализ диаграммы изотермического превращения аустенита	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	1
		Лекция № 3. Технология термической обработки сталей.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 7 Термическая обработка углеродистых сталей	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 8. Выдача задания по контрольной работе «Разработка технологического процесса термообработки стальной детали» и методика его выполнения	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	1
Раздел 4. Легированные стали и сплавы.					
4	Тема 1. Легированные элементы и их влияние на свойства стали. Тема 2. Легированные стали. Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) ста-	Лекция №4. Легированные стали и сплавы.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 9 Термическая обработка легированных сталей	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 10 Микроанализ термически обработанных деталей сельскохозяйственных машин	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
1	2	3	4	5	6
	ли. Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.				
Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.					
5	Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД). Тема 2. Химико-термическая обработка (ХТО). Тема 3. Закалка токами высокой частоты (ТВЧ).	Лекция № 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2., ОПК 4.4., ОПК 7.1		2
Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.					
6	Тема 1. Цветные металлы.	Лекция № 6. Сплавы на основе цветных металлов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2., ОПК 4.4., ОПК 7.1		2
	Тема 2. Алюминий и его сплавы. Тема 3. Медь и её сплавы. Тема 4. Антифрикционные сплавы.	Практическая работа № 12 Термическая обработка дуралюминия	ОПК 1.1., ОПК 1.2., ОПК 4.4., ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 13 Микроанализ цветных металлов и сплавов	ОПК 1.1., ОПК 1.2., ОПК 4.4., ОПК 7.1	Устный опрос	2
Раздел 7. Металлургия. Литейное производство. Обработка материалов давлением. Сварка материалов.					

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
1	2	3	4	5	6
7	Тема 1. Металлургия. Тема 2. Литейное производство. Тема 3. Обработка материалов давлением. Тема 4. Сварка металлов.	Лекция № 7. Сварка и сварочные процессы	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		4
		Практическая работа № 14 Источники питания для ручной дугвой сварки (РДС) и построение внешней вольт-амперной характеристики сварочного трансформатора	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 15 Выбор и расчёт режимов ручной дуговой сварки и технологические коэффициенты ручной дуговой сварки	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 16 Строение и дефекты сварных швов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 17 Дефектоскопия. Методы выявления сварочных дефектов	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Защита лабораторной работы Устный опрос	2
Раздел 8. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.					
8	Тема 1. Полимерные материалы. Тема 2. Композиционные материалы.	Лекция № 8. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2

Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»

1	Раздел 2.1. Процесс резания и его основные элементы.
---	---

Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»					
	Тема 2.1.1. Способы обработки металлов резанием. Элементы режима резания при точении	Лекция 1. Процесс резания и его основные элементы.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 1 Элементы режима резания.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие №1 Конструкция и кинематика токарного станка.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
2	Раздел 2.2. Токарные резцы				
	Тема 2.2.1. Назначение, классификация и типы токарных резцов.	Лекция 2. Материалы для изготовления режущих инструментов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 2 Изучение токарных резцов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие №2 Влияние СОЖ на износ токарных резцов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
3	Раздел 2.3. Физические основы процесса резания				
	Тема 2.3.1. Процессы стружкообразования при резании.	Лекция 3. Силы резания. Виды стружек.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическое занятие № 3 Исследование влияния факторов резания на главную составляющую силы резания при точении.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2/2
4	Раздел 2.4. Сила и скорость резания при точении.				
	Тема 2.4.1. Силы резания при точении.	Лекция 4. Назначение рационального режима резания	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 3. Методика назначения рационального режима резания при точении	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
5	Раздел 2.5. Сверление, зенкерование, развертывание				

Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»					
	Тема 2.5.1. Элементы режима резания при сверлении, зенкерования и развертывании. Сечение среза.	Лекция 5. Многолезвийный инструмент. Качество поверхности. Износ режущих инструментов.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 4. Изучение сверл, зенкеров и разверток.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 5. Изучение зубонарезного инструмента	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическая работа № 6. Изучение резбонарезного инструмента.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 4. Зубообрабатывающие станки.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
Раздел 2.6. Строгание, долбление и протягивание.					
6	Тема 2.6.1. Особенности резания при строгании, долблении и протягивании.	Лекция 6. Строгание, долбление и протягивание.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическая работа № 7 Изучение протяжек.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
Раздел 2.7. Фрезерование					
7.	Тема 2.7.1. Разновидности фре-	Лекция 7. Фрезерная обработка. Назначение режимов резания.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4,		2

Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»					
	зерования. Типы фрез.		ОПК 7.1		
		Практическая работа № 8. Изучение фрез.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 5. Изучение фрезерных и стро- гальных станков.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 6. Универсальная лимбовая делительная головка.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
Раздел 2.8. Абразивная обработка					
8.	Тема 2.8.1. Виды абра- зивной об- работки. Инструмент	Лекция 8.Виды абразивной обработки. Назначение ре- жима резания при шлифова- нии.	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1		2
		Практическое занятие № 7. Заточка режущих инстру- ментов	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие № 8. Шлифовальные и хонинго- вальные станки	ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1	Устный опрос	2

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение. Основы теории сплавов.		
1	Тема 2. Кон- струкционные материалы. Тема 4. Диа- граммы состо- яния двойных сплавов	Зависимость прочности металлов от плотности дислокаций. Научные пути повышения прочности конструкционных материалов. Методы повышения прочности путём увеличения или снижения плотности дислокаций. Ликвация серы. Метод Баумана. Устройство металлографического микроскопа. Методы определения твёрдости по Виккерсу и Шору. Минералогическая шкала твёрдости Мооса, десять классов твёрдости. Измерение твёрдости портативными твёрдомерами. Типы кристаллических решёток металлов. Диаграммы тройных сплавов. Диаграммы с перитектическим превращением. Диаграмма состояния сплавов с полиморфным

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		превращением одного из компонентов (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы		
3	Тема 1. Диаграмма состояния железо-цементит	Перитектическое превращение на диаграмме железо-цементит. Диаграмма состояния железо-графит. Антифрикционные, вермикулярные, износостойкие чугуны: маркировка, микроструктура и свойства. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 3. Термическая обработка сталей		
4	Тема 2. Превращения аустенита при различных степенях его переохлаждения	Промежуточное или бейнитное превращение переохлажденного аустенита. Влияние легирующих элементов на линии диаграммы изотермического превращения аустенита. Зависимость механических свойств сталей от степени переохлаждения аустенита. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
5	Тема 3. Технологии термической обработки сталей	Обработка холодом. Виды закалки. Изотермическая закалка. Закалка с самоотпуском. Улучшение. Отжиг первого и второго рода. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 4. Легированные стали и сплавы		
6	Тема 3. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали	Коррозия. Феттинг-коррозия. Межкристаллитная коррозия. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
7	Тема 4. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами	Сплавы с эффектом памяти форм. Магнитотвердые сплавы. Магнитомягкие сплавы. Сплавы с особенностями электросопротивления. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 5. Методы поверхностного упрочнения металлов и сплавов		
8	Тема 1. Холодное пластическое деформирование (ХПД).	Поверхностное пластическое деформирование (ППД). Ударное ППД. Вибрационное, ультра-звуковое, гидравлическое, пневматическое, совмещенное и комбинированное ППД. Сглаживание. Упрочняющее накатывание. Сглаживающее накатывание. Формообразующее накатывание. Дробе-абразивная обработка. Выглаживание. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
9	Тема 2. Химико-термическая обработка.	В каких случаях проводится поверхностное упрочнение? Последовательность этапов химико-термической обработки (ХТО). Атомами, каких элементов происходит насыщение поверхности при диффузионной метал-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		лизации? (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
10	Тема 4. Технологии локального упрочнения.	Электромеханическое обработка (ЭМО), технология, оборудование, режимы, получаемые структуры. Лазерная закалка. Электроискровое легирование. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 6. Сплавы на основе цветных металлов.		
11	Тема 1. Цветные металлы.	Никель первичный. Никелевые сплавы. Титан технический. Титановый литейный сплав. Титановый деформируемый сплав. Цинк первичный. Цинковый деформируемый сплав. Цинковый антифрикционный сплав. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
12	Тема 2. Алюминий и его сплавы.	Алюминиевые деформируемые и антифрикционные сплавы. Алюминиевые литейные сплавы. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 7. Металлургия. Литейное производство. Обработка металлов давлением. Сварка материалов		
13	Тема 4. Современные способы сварки, особенности технологических процессов	Сварка трением, взрывом, вакуумнодиффузионная, электроннолучевая, ультразвуковая, лазерная, плазменная. Электрошлаковая сварка. Контактная сварка и ее виды, оборудование, основы технологии, применение для с.-х. машиностроения и в ремонтном производстве. Газовая сварка. Газы для сварки. Сварочное пламя. Оборудование, аппаратура для газовой сварки. Основы технологии газовой сварки. Резка металлов. Особенности технологии сварки чугуна. Холодная и горячая сварка чугуна. Электроды для сварки чугуна. Сварка цветных металлов и сплавов. Напряжения и деформации при сварке, меры их предупреждения и способы устранения. Применение сварочных процессов в машиностроении. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 8. Неметаллические, композиционные и наноматериалы.		
14	Тема 2. Композиционные материалы.	Стекловолокниты. Карбоволокниты. Бороволокниты. Органоволокниты. Технологии производства композитных материалов: контактное формование, напыление, пултрузия, намотка, прессование, технология SMC, метод RTM (Resin Transfer Moulding). Аллотропные состояния углерода: алмаз, графит, лонсдейлит, фуллерен, аморфный углерод, углеродная нанотрубка. Хиральность нанотрубок. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Модуль 2 «Обработка конструкционных материалов резанием»		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 2.1. Процесс резания и его основные элементы		
1.	Тема 2.1.1. Обработка металлов резанием	Лезвийная и абразивная обработка. Кинематика резания. Обрабатываемая и обработанная поверхности, поверхность резания. Схема резания, поверхности, движения. Материалы для изготовления режущих инструментов. Новые инструментальные материалы. Стали для изготовления корпусов, оправок и др. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.2. Токарные резцы		
1	Тема 2.2.1. Назначение, классификация и типы токарных резцов	Конструктивные элементы токарного резца. Марки твёрдых сплавов по ГОСТ 3882–74 и ISO и области их применения. Формы и размеры пластинок твёрдого сплава. Способы дробления стружки. Конструкции резцов со сменными пластинами. Координатные плоскости. Геометрические параметры токарных резцов. Кинематические углы резца. Марки твёрдых сплавов по ГОСТ 3882–74 и ISO и области их применения. Формы и размеры пластинок твёрдого сплава. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.3. Физические основы процесса резания металлов		
1.	Тема 2.3.1. Процессы стружкообразования при резании	Процесс образования стружки при резании конструкционных материалов. Виды стружек. Явления, сопровождающие процесс резания металлов. Деформации в процессе резания пластических материалов. Работа и тепловые явления в процессе резания. Изнашивание режущих инструментов. Виды и формы износа. Критерий износа. Смазочно-охлаждающие жидкости и их влияние на процесс обработки. Качество обработанной поверхности. Показатели качества. Основные критерии оценки шероховатости поверхности. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.4. Силы и скорость резания при точении		
1.	Тема 2.4.1. Силы резания при точении.	Схема действия сил на резец. Равнодействующая сила резания и её составляющие. Факторы, влияющие на главную составляющую силы резания. Мощность и крутящий момент резания при точении. Скорость резания и стойкость инструмента при точении. Факторы, влияющие на скорость резания. Методика назначения рационального режима резания при точении. Производительность работы при точении и пути ее повышения. Токарно-винторезный станок. Силовое

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		и скоростное резание. Обрабатываемость материалов и критерии ее оценки. Влияние различных факторов на обрабатываемость материалов. Показатели обрабатываемости. Методы оценки обрабатываемости. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.5. Сверление, зенкерование, развёртывание		
1	Тема 2.5.1. Режимы резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.	Назначение и типы свёрл, зенкеров и разверток. Конструктивные элементы спиральных сверл, зенкеров и разверток. Геометрия режущей части. Схемы обработки и элементы режима резания. Способы повышения эксплуатационной стойкости сверл. Силы и крутящий момент при сверлении. Скорость резания и стойкость свёрл. Назначение режима резания при сверлении, зенкеровании и развертывании. Сверла с пластинками твёрдого сплава. Заточка сверл. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.6. Стругание, долбление и протягивание		
1.	Тема 2.6.1. Особенности резания при строгании, долблении и протягивании.	Строгальные и долбежные резцы. Станки. Элементы режима резания. Назначение режима резания. Протягивание. Назначение. Типы протяжек. Конструктивные элементы и геометрия протяжек. Расчет протяжек на прочность. Схемы протягивания. Элементы режима резания и основное время. Заточка протяжек. Прошивка и ее конструктивные особенности. Выглаживающие протяжки. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.7. Фрезерование		
1	Тема 2.7.1. Разновидности фрезерования. Типы фрез.	Схемы цилиндрического и торцового фрезерования и элементы режима резания. Факторы, влияющие на скорость резания. Фрезерные станки. Типы фрез. Конструктивные элементы фрез с незатылованными и затылованными зубьями. Износ и критерии затупления фрез. Фасонные фрезы. Заточка фрез. Методика назначения режима резания при фрезеровании. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.8. Резьбонарезание		
1	Тема 2.8.1. Резьбонарезание. Инструмент.	Резьбонарезные инструменты для получения наружной и внутренней резьбы. Метчики, плашки, резцы, фрезы, резьбонарезные головки. Конструктивные и геометрические параметры инструментов. Стойкость инструментов. Нарезание резьб на токарно-винторезных станках

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		резьбовыми резцами. Элементы режима резания. Основное время при нарезании резьбы метчиком на станке. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.9. Зубонарезание		
1	Тема 2.9.1. Зубонарезание. Инструмент.	Нарезание цилиндрических зубчатых колес методами копирования и обкатки. Конструкция модульных дисковых и пальцевых фрез. Комплекты и номера дисковых модульных фрез. Червячные фрезы. Особенности конструкции и геометрические параметры. Зуборезные долбяки. Конструктивные элементы. Инструменты для обработки конических колес. Нарезание конических колес с прямым и спиральным зубом. Зубострогальные резцы, круговые протяжки, резцовые головки. Отделка цилиндрических колёс. Шлифование, притирка и шевингование. Шеверы. Конструктивные элементы. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.10. Абразивные материалы и методы обработки поверхностей		
1	Тема 2.10.1. Виды абразивной обработки. Инструмент.	Сущность и назначение шлифования. Абразивные и алмазные инструменты для шлифования и отделочных методов обработки. Основные виды шлифования. Шлифовальные станки. Элементы режима резания. Заточка инструментов из быстрорежущих сталей и оснащенных твердыми сплавами. Методы доводки поверхностей. Хонингование. Суперфиниширование. Притирка. Полирование. Точность и шероховатость поверхности (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.11. Обработка пластическим деформированием		
1	Тема 2.11.1. Пластическое деформирование.	Преимущества и недостатки методов пластического деформирования. Алмазное выглаживание, накатывание и раскатывание цилиндрических поверхностей. Дорнование и калибрование отверстий. Центробежная обработка, редуцирование. Накатывание резьб, шлицев и зубчатых колес. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)
Раздел 2.12. Электрохимические и электрофизические методы обработки		
1	Тема 2.12.1.	Анодно-механическая обработка металлов и её разно-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Электрохимические и электрофизические методы обработки	видности. Электроабразивная и электроалмазная обработка. Режимы обработки. Применение. Электроискровая и электроимпульсная обработка металлов. Области применения. Инструменты. Режимы обработки. Применение. Ультразвуковая обработка. Режимы обработки. Области применения. Понятие об обработке материалов лазерами и электронным лучом. (ОПК 1.1., ОПК 1.2, ОПК 4.4, ОПК 7.1)

5. Образовательные технологии

Используются как традиционная (объяснительно-иллюстративная), так и инновационные технологии обучения: проблемное; активное; контекстное; информационное обучение (компьютерные, интерактивные, мультимедийные и т.п.).

Таблица 6

Примеры применения активных и интерактивных образовательных технологий по дисциплине «Материаловедение»

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Модуль 1 «Материаловедение и горячая обработка металлов»		
1.	Основные механические свойства материалов.	П Технология проблемного обучения. Проблемное изложение, Лабораторная работа, эвристическая беседа при разрешении проблемных ситуаций
2.	Железоуглеродистые сплавы	П Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов, лекция с заранее запланированными ошибками
3.	Термическая обработка сталей	П Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов, лекция с заранее запланированными ошибками
4.	Сплавы на основе цветных металлов	П Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов, лекция с заранее запланированными ошибками

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
Модуль 2. «Обработка конструкционных материалов резанием»			
1	Процесс резания и его основные элементы	П	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд презентаций, видеофильмов
2	Влияние элементов режима резания на температуру в зоне резания	П	Технология проблемного обучения. Проблемное изложение, Лабораторная работа, эвристическая беседа при разрешении проблемных ситуаций
3	Строгание, долбление и протягивание	П	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов
4	Заточка режущих инструментов	П	Технология проблемного обучения. Проблемное изложение, Лабораторная работа, эвристическая беседа при разрешении проблемных ситуаций

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к защите практических работ по 1 модулю

Практическая работа № 1. Основные механические свойства. Определение твердости металлов

1. Перечислить и дать определение пластическим механическим свойствам
2. Перечислить и дать определение прочностным механическим свойствам
3. Назовите основные методы определения твердости материалов
4. Обозначение и определение ударной вязкости

Практическая работа № 2. Понятия макро- и микроструктурного анализа металлов

1. Дать определение макро- и микроанализа.
2. Виды макроанализа.
3. Метод Баумана.

4. Порядок изготовления микрошлифов и травление.

Практическая работа № 3. Методика построения диаграмм состояния двойных сплавов. Правило Курнакова Н.С.

1. Методы исследования металлов.

2. Сущность термического метода.

3. Схема установки для исследования металлов термическим методом.

Практическая работа № 4 Диаграмма состояния сплавов железо-цементит

1. Дать определения: фаза, критические точки, термическая кривая охлаждения, структура

2. Диаграмма состояния железо-цементит, линии и критические точки диаграммы.

Практическая работа № 5. Микроанализ углеродистых сталей и чугунов в равновесном состоянии

1. Компоненты железоуглеродистых сплавов.

2. Фазы железоуглеродистых сплавов (жидкая, аустенит, феррит, цементит, графит), дать определения.

3. Структуры железоуглеродистых сплавов (перлит, ледебурит, ледебурит перестроенный), дать определения.

4. Стали, чугуны (маркировка и классификация).

Практическая работа № 6. Построение и анализ диаграммы изотермического превращения аустенита.

1. Процессы, протекающие при охлаждении переохлажденного аустенита, с разными скоростями.

2. Характеристика структур, получаемых в результате превращения переохлажденного аустенита.

3. Описание метода пробных закалок.

Практическая работа № 7. Термическая обработка углеродистых сталей.

1. Основные этапы процесса термической обработки.

2. Этапы термической обработки сталей.

3. Виды термической обработки (ТО). Как правильно подобрать режим термической обработки?

Практическая работа № 8. Выдача задания по расчетно-графической работе «Разработка технологического процесса термообработки стальной детали» и методика его выполнения.

Выполняется дома в соответствии с индивидуальным заданием, выданным на лабораторной работе №8.

Практическая работа № 9. Особенности термической обработки легированных сталей.

1. Углеродистые и легированные инструментальные стали. Маркировка. Термообработка. Строение, свойства.

2. Быстрорежущие стали. Маркировка. Особенности термической обработки быстрорежущей стали Р 18. Строение, свойства.

3. Спеченные твердые сплавы. Состав. Маркировка. Строение. Свойства.

Практическая работа № 10 Микроанализ термически обработанных деталей сельскохозяйственных машин.

1. Назначение и технология цементации.
2. Методы упрочнения металлов и сплавов.
3. Термообработка шарикоподшипниковых сталей
4. Сущность эффекта самозатачивания лемеха плуга.

Практическая работа № 11. Влияние холодной пластической деформации и рекристаллизации на структуру и свойства металлов.

1. Механизм упрочнения при холодной пластической деформации (ХПД).
2. Отдых (возврат) и рекристаллизация металлов.
3. Изменение свойств металлов при ХПД и рекристаллизации.
4. Влияние степени деформации на свойства материала.
5. Предельная деформация металла.

Практическая работа № 12. Термическая обработка дуралюмина.

1. Естественное и искусственное старение
2. Зоны Гинье-Престона I-го и II-го рода.
3. Термическая обработка дуралюминов.

Практическая работа №13 Микроанализ цветных металлов и сплавов.

1. Оптическая анизотропия и двойники в однофазных латунях.
2. Однофазная оптическая анизотропия в оловоносных бронзах.
3. Сплавы на основе меди.
4. Сплавы на основе алюминия.
5. Антифрикционные сплавы

Практическая работа № 14

Источники питания для ручной дуговой сварки (РДС) и построение внешней вольтамперной характеристики сварочного трансформатора.

1. Что входит в понятие «режим» ручной дуговой сварки (РДС)?
2. Определение основных параметров режима ручной дуговой сварки.
3. Технологические коэффициенты РДС.
4. Методика расчёта технологических коэффициентов РДС

Практическая работа № 15. Выбор режимов и технологических коэффициентов ручной дуговой сварки.

1. Сварочная дуга. Этапы ее развития и ее характеристика
2. Источники питания электрической дуги и требования к ним. Виды вольт-амперных характеристик
3. Основные параметры режима ручной дуговой сварки и их выбор.

Вопросы для устного опроса студентов

Раздел 2.1. Процесс резания и его основные элементы.

1. Основные методы обработки металлов резанием.
2. Элементы режима резания при точении и их размерности.

3. Дать определение глубины резания при точении.
4. Определение подачи при точении.

Раздел 2.2. Токарные резцы.

1. Типы токарных резцов.
2. Материалы для изготовления токарных резцов.
3. Геометрические параметры токарных резцов.

Раздел 2.3. Физические основы процесса резания

1. Процесс образования стружки. Типы Стружки.
2. Усадка, нарост,
3. Положительные и отрицательные свойства нароста.

Раздел 2.4. Сила и скорость резания при точении.

1. Деформации, предшествующие силам резания.
2. Соотношение между силами резания.
3. Влияние элементов режима резания на главную составляющую силы резания.

Раздел 2.6. Строгание, долбление и протягивание.

1. Инструмент при строгании, долблении и протягивании.
2. Область применения.
3. Элементы режима резания при строгании, долблении, протягивании и их размерность.

Раздел 2.7. Фрезерование

1. Элементы режима резания при фрезеровании и их размерность.
2. Формула, связывающая скорость движения подачи v_s , подачу на оборот фрезы s и подачу на зуб фрезы s_z .
3. Определение скорости движения подачи при фрезеровании.
4. Фасонные фрезы.
5. Заточка фрез.
6. Методика назначения режима резания при фрезеровании

Раздел 2.8. Резьбонарезание

1. Резьбонарезные инструменты для получения наружной и внутренней резьбы.
2. Метчики, плашки, резцы, фрезы, резьбонарезные головки.
3. Конструктивные и геометрические параметры инструментов.
4. Стойкость инструментов.
5. Нарезание резьб на токарно-винторезных станках резьбовыми резцами.
6. Элементы режима резания.
7. Основное время при нарезании резьбы метчиком на станке.

Раздел 2.9. Зубонарезание

1. Нарезание цилиндрических зубчатых колес методами копирования и обкатки.
2. Конструкция модульных дисковых и пальцевых фрез.
3. Комплекты и номера дисковых модульных фрез.

4. Червячные фрезы. Особенности конструкции и геометрические параметры.
5. зуборезные долбяки. Конструктивные элементы.
6. Инструменты для обработки конических колес.
7. Нарезание конических колес с прямым и спиральным зубом.
8. зубострогальные резцы, круговые протяжки, резцовые головки.
9. Отделка цилиндрических колёс.
10. Шлифование, притирка и шевингование.
11. Шеверы. Конструктивные элементы.

Раздел 2.10. Абразивные материалы и методы обработки поверхностей

1. Сущность и назначение шлифования.
2. Абразивные и алмазные инструменты для шлифования и отделочных методов обработки.
3. Основные виды шлифования.
4. Шлифовальные станки.
5. Элементы режима резания.
6. Заточка инструментов из быстрорежущих сталей и оснащенных твердыми сплавами.
7. Методы доводки поверхностей.
8. Хонингование.
9. Суперфиниширование.
10. Притирка. Полирование.

Раздел 2.11. Обработка пластическим деформированием

1. Преимущества и недостатки методов пластического деформирования.
2. Алмазное выглаживание, накатывание и раскатывание цилиндрических поверхностей.
3. Дорнование и калибрование отверстий.
4. Центробежная обработка, редуцирование.
5. Накатывание резьб, шлицев и зубчатых колес.

Раздел 2.12. Электрохимические и электрофизические методы обработки

1. Анодно-механическая обработка металлов и её разновидности.
2. Электроабразивная и электроалмазная обработка.
3. Режимы обработки. Применение.
4. Электроискровая и электроимпульсная обработка металлов.
5. Области применения. Инструменты. Режимы обработки. Применение.
6. Ультразвуковая обработка. Режимы обработки.
7. Понятие об обработке материалов лазерами и электронным лучом.

Перечень вопросов, выносимых на зачет по 1 модулю

1. Классификация материалов. Классификация металлов. Атомно-кристаллическое строение металлов.
2. Дефекты кристаллического строения металлов. Анизотропия и аллотропия металлов. Свойства металлов.
3. Диаграммы состояния двойных сплавов. Методика построения диаграмм состояния. Зависимость свойств сплавов от их состава и строения.
4. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов. Примеры.
5. Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси. Примеры.
6. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов.
7. Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения. Примеры.
8. Закономерности, устанавливающие связь между составом и свойствами сплавов. Правило Курнакова. 4 типа диаграмм состояния сплавов.
9. Кристаллизация металлов и сплавов. Связь структуры металлов со скоростью охлаждения и переохлаждения. Модифицирование.
10. Сплавы и их компоненты. Строение и свойства сплавов.
11. Диаграмма состояния железо-цементит. Основные фазы, структурные составляющие железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии.
12. Кристаллизация доэвтектоидных сталей. Микроструктура и свойства.
13. Кристаллизация эвтектоидной стали. Микроструктура, механические свойства, область применения.
14. Кристаллизация заэвтектоидных сталей. Микроструктура, механические свойства, область применения.
15. Кристаллизация белых доэвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
16. Кристаллизация белых эвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
17. Кристаллизация белых заэвтектических чугунов. Условия кристаллизации, микроструктура.
18. Серые чугуны. Условия кристаллизации. Микроструктура, свойства, область применения, маркировка.
19. Классификация сталей. Углеродистые стали обыкновенного качества. Классификация, маркировка, область применения.
20. Классификация сталей. Углеродистые качественные стали. Классификация, маркировка, применение для деталей с.-х. машин.
21. Классификация чугунов. Специальные чугуны. Получение, маркировка и применение для деталей с.-х. машин.
22. Классификация чугунов. Ковкий чугун. Получение, маркировка, структура, свойства и применение для деталей с.х. машин.
23. Классификация чугунов. Высокопрочный чугун. Получение, маркировка, микроструктура, механические и эксплуатационные свойства, область применения для деталей с.-х. машин.

24. Легированные стали. Классификация, получение, маркировка, область применения для деталей с.х. машин.
25. Коррозионно-стойкие стали. Состав, свойства и области применения.
26. Инструментальные стали и сплавы. Маркировка, свойства, применение.
27. Износостойкие стали. Маркировка, свойства, применение.
28. Сплавы на основе меди. Латуни. Маркировка, микроструктура, применение для деталей с.-х. машин.
29. Сплавы на основе алюминия. Силумин. Дюралюмины. Маркировка, микроструктура, свойства, применение для деталей с.-х. машин.
30. Пластические массы. Состав, свойства, классификация, маркировка. Области применения для деталей с.-х. машин.
31. Композиционные материалы. Классификация по природе матричного материала. Применение.
32. Сплавы на основе меди. Бронзы. Маркировка, микроструктура, применение.
33. Характеристика превращений переохлажденного аустенита. Перлитное, промежуточное, мартенситное превращение.
34. Отпуск стали. Основные виды отпуска, назначение.
35. Основные виды термической обработки стали. Закалка стали. Основные способы закалки. Назначение.
36. Основные виды термической обработки стали. Отжиг стали. Основные виды отжига, назначение.
37. Основные виды термической обработки стали. Нормализация.
38. Методика построения диаграмм изотермического превращения аустенита по методу пробных закалок.
39. Закаливаемость стали. Влияние углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.
40. Прокаливаемость стали. Влияние углерода и легирующих элементов на прокаливаемость стали.
41. Критическая скорость закалки. Влияние углерода и легирующих элементов на критическую скорость закалки.
42. Дефекты при термической обработке стали. Причины дефектов и способы их устранения.
43. Сущность химико-термической обработки стали. Цементация. Особенности закалки цементованных деталей.
44. Сущность химико-термической обработки стали. Азотирование, назначение и место в технологическом процессе изготовления деталей.
45. Сущность ХТО цианирование стальных деталей. Применение для поверхностного упрочнения деталей с.-х. машин.
46. Диффузионная металлизация. Алитирование. Применение для деталей с.-х. машин.
47. Диффузионное газовое хромирование. Применение для поверхностного упрочнения деталей с.-х. машин.
48. Термическая обработка. Назначение. Применение.

49. Полиморфизм железа. Значение полиморфизма для термической обработки стали.
50. Улучшение стальных деталей. Области применения для деталей с.-х. машин.
51. Цементуемые стали. Назначение для деталей с.-х. машин.
52. Основные способы поверхностной закалки стали. Применение для деталей с.-х. машин.
53. Микроструктура термически обработанных деталей с.-х. машин, изготовленных из сталей марок 20, 40ХН, 60С2.
54. Микроструктура термически обработанных деталей с.-х. машин из сталей 20, 45, 60С2.
55. Основные виды отпуска стали. Назначение, микроструктура и свойства стальных деталей после отпуска.
56. Инструментальные материалы. Требования. Классификация. Применение.
57. Неметаллические конструкционные материалы. Классификация.
58. Пластические массы. Классификация. Применение в с.-х. машиностроении и ремонтном производстве.
59. Резины. Свойства резины. Технология изготовления. Область применения.
60. Что такое отливка? Способы получения отливок.
61. Технологическая схема получения отливок.
62. Чем модель отличается от отливки?
63. Основные инструменты для ручной формовки и их назначение.
64. Какие методы машинной формовки вы знаете?
65. Назначение стержней и их изготовление.
66. Перечислите основные литейные материалы.
67. Основные свойства литейных материалов.
68. Основные инструменты для ручной формовки и их назначение.
69. Какие методы машинной формовки вы знаете?
70. Назначение стержней и их изготовление.
71. Что такое жидкотекучесть и как она определяется?
72. Что такое усадка? Отличие линейной усадки от объёмной.
73. Что такое трещиностойкость?
74. Металлургические основы производства литейных материалов.
75. Оборудование для плавки сплавов.
76. Заливка литейных форм.
77. Особенности технологии изготовления отливок из стали, чугуна, алюминиевых и медных сплавов.
78. Специальные способы литья. Особенности.
79. Литьё в кокиль.
80. Центробежное литьё. Литьё под давлением.
81. Корковое литьё. Литьё по выплавляемым моделям.
82. Сравните классы точности отливок, полученных различными способами.
83. Методы контроля отливок.

84. Дефекты отливок.
85. Что такое деформация.
86. Отличие упругой деформации от пластической.
87. Холодная и горячая обработка металлов давлением.
88. Что такое наклёп?
89. Назначение рекристаллизационного отжига.
90. Какие факторы влияют на пластичность сплавов и сопротивление деформированию?
91. Виды обработки металлов давлением.
92. Что такое температурный интервал обработки металлов давлением?
93. Как выбирают температуру начала и конца горячей обработки стали давлением?
94. Свободная ковка и её особенности.
95. Основное оборудование для свободнойковки.
96. Инструменты, применяемые при свободнойковке.
97. Основные операции свободнойковки.
98. Штамповка жидкостью. Электрогидравлическая штамповка
99. Классификация способов сварки.
100. Электрическая дуга и её строение.
101. Основные параметры электрической дуги.
102. Оборудование для дуговой сварки.
103. Электроды, классификация и назначение.
104. Назначение покрытий электродов.
105. Выбор параметров ручной дуговой сварки
106. Сварка в среде защитных газов
107. Причины образования холодных и горячих трещин при сварке.
108. Типы сварных соединений.
109. Подготовка кромок соединяемых заготовок для сварки.
110. Газовая сварка.
111. Газы, используемые для сварки и их характеристики.
112. Особенности сварки медных и алюминиевых сплавов
113. Методы контроля сварных соединений
114. Дефекты сварных соединений и методы их устранения
115. Расшифровать марки сплавов:
ШХ9, 45Н, Р9Ф5, ВК6, 20, 0Х18Н9, 45, СЧ20, Л60, Д16
35Х18Н9ТЮА, 60С2, 40ХН, 35Л, Л65,
60С2, КЧ37-12, АЛ9, Бр.С30, 45Л
АЛ5, 45, СЧ20, Л65, Д1, У10ГСА,
35Л, Ст.3, СЧ20, 110Г13Л

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Семестр 5: Материаловедение и горячая обработка металлов.

Виды текущего контроля: посещение лекций, посещение и защита лабораторных работ, оформление рабочей тетради, выполнение расчетно-графической работы, устный опрос.

Вид промежуточного контроля: зачет.

Для оценки работы студентов в первом семестре используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:

посещение лекций: 2 балла – $2 \times 15 = 30$ баллов

посещение лабораторных занятий: 1 балл – $1 \times 15 = 15$ баллов;

защита лабораторных работ: 2 балла – $2 \times 15 = 30$ баллов;

расчетно-графическая работа: 25 баллов;

Всего – 100 баллов (max).

Оценки работы в зависимости от набранных баллов см. табл. 8.

Таблица 8

Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

Шкала оценивания	Зачет
100-50	Зачет
49-0	Незачет

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / Под ред. В.А. Оськина и В.Н. Байкаловой. – М: БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2015. – 400 с.

2. Материаловедение и технология материалов / Г.П.Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 397 с.

3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110300 "Агроинженерия" / В.А. Оськин, В.В. Евсиков. – М.: КолосС, 2007. – 446 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. Учебник).

7.2. Дополнительная литература

1. Оськин В.А., Карпенков В.Ф., Стрельцов В.В., Байкалова В.Н. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Словарь терминов: Учебное пособие. – М.: КолосС, 2007. 56 с.

2. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и П.М. Мещерякова. Т.1 и 2. – М.: Машиностроение, 2001.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 3.1118–82 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.

2. ГОСТ 2.106–68 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.

3. ГОСТ 2.105–95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

4. ГОСТ 2.004–88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Материаловедение и горячая обработка металлов: Методические рекомендации / В.М. Соколова, А.В. Серов, В.А. Оськин. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 40 с.

2. Оськин, В.А. Пособие по проведению сварочных работ: методические указания / В.А. Оськин, А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 64 с.

3. Байкалова В.Н., Колокатов А.М., Малинина И.Д. Расчет режимов резания при точении: Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение. – М.: РГАУ-МСХА, 2015.

4. Колокатов А.М., Малинина И.Д. Расчет режимов резания при торцовом фрезеровании: Методические рекомендации. – М.: РГАУ-МСХА, 2015.

5. Разработка технологических процессов ручной дуговой и газовой сварки: Методические указания / А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016, 56 с.

6. Ковка: методические рекомендации / А.В. Серов, В.М. Соколова. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 56 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.agroportal.ru> агропортал, информационно-поисковая система АПК (открытый доступ).

2. <http://www.edu.ru> Российское образование. Федеральный портал (открытый доступ).

3. <http://www.cnsnb.ru/> Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (открытый доступ).
4. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ).
5. <http://www.splav.kharkov.com> – справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
6. http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov - справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
7. <http://www.youtube.com/> - видео хостинг (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. www.mt2.bmstu.ru/technjl.php Сафронов В.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник МГТУ. (открытый доступ)
2. www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenie-knigi.html Коротких М.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник. (открытый доступ)
3. Приходько В.М., Фатюхин Д.С. Библиотека учебно-методической литературы www.library.tkm.front.ru. (открытый доступ)
4. btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/12/u_sam.pdf Егоров Ю.П., Хворова И.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. (открытый доступ)
5. Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение». (открытый доступ)
6. <http://www.msau.ru/modules/Subjects/pages/ELBRUS-MSAU/index.htm>. (открытый доступ)

Информационные справочники

1. <http://ru.wikipedia.org> Википедия

Поисковые системы

1. <http://www.yandex.ru> Яндекс
2. <http://www.google.ru> Гугл
3. <http://www.rambler.ru> Рамблер

В сети Интернет по дисциплине можно найти информацию о металлорежущих станках и современных металлорежущих инструментах и др.

При изучении дисциплины могут использоваться электронные базы данных на автономных носителях (CD и DVD-дисках, флеш-картах и др.):

CD: Каталог металлорежущих станков; видеоролики по инструментам и резанию металлов; видеофильмы о производстве станков (в т.ч. с ЧПУ), станочных приспособлениях и др.

При преподавании дисциплины «материаловедение и технология конструкционных материалов» рекомендуется широко использовать обучающие компьютерные программы, наглядные пособия в виде натуральных образцов режущего инструмента и станков, приспособлений, макетов, плакатов, диафильмов, видеофильмов, слайдов и т.д. Важно выработать у студентов навыки работы со справочниками и стандартами по выбору конструкционных материалов, выбору способа механической обработки, режущих инструментов и назначению режимов резания.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 26	Стол парта (нет номера 626612) 111 шт. Плакаты, стенды
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 27 (термическая лаборатория)	Комплекс анализа изображения металлографических образцов (410124000602921), Малоамперный тренажер сварщика (410124000602920), Микроскоп Неофон21 (410134000001765), комплект моделей атомов со стержнями (210136000006008), Парты 17шт.(номера нет код 626150), Проектор Beng (410134000002136),Экран настенный (21013000002670).
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 28 (металлографическая лаборатория до 40 человек)	Парты, стулья, плакаты, стенды. Лабораторная печь СНОЛ (410134000001547)*, Печь муфельная МП10 (410134000001806)*
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория23 (сварочная и кузнечная мастер-	Автоматическая заслонка ASE-12-Е (210134000002673), Автоматический аппарат для управления центральным вентилятором (210134000002679), аппарат Мультиплаз 2500М

ские)	(210134000002668), Аппарат плазменной резки (410124000603006), блок измерительный БИ-01(210134000002790), Вентилятор ВД-3,5(410134000001395), Вентилятор центробежный высокого давления (210134000002526), Воздуходувка (210134000001950), Комплект сварочного оборудования (410124000603007), Консольное подъемное-поворотное устройство (210134000002525), Молот пневматический (410134000001766), Сварочный инвертор (210134000002799), Сварочный инвертор (210134000002798), Сварочный трансформатор 500 (410134000001824), Трансформатор (210134000002161), Универсальный плазменный аппарат сварки и резки (210134000002794), Электропечь для сушки электродов (210134000002795). Парты, стулья, плакаты.
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 13	Машина трения МТУ-1 (210134000001964), Маятниковый копер для испытания по методу Шарпи (410124000603105), преобразователь частоты с300 (210134000002488), преобразователь частоты с200(410134000001556). Парты, стулья, плакаты.
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 3	Металлографический отрезной станок LC-350 (410124000603109), Круглошлиф. 3130 ст-к (410134000001423), Компрессор (410134000001474), Компрессор (410134000001475), Долбежный станок 7417 (410134000001479), Заточной ст-к.3628 (410134000001404), Плоскошлифальный ст-к 371 (410134000001808), Пресс LHM-3000 (410124000603111), Профилометр 130 (210134000002486), Станок (210124000602047), Станок (410124000602922), Станок 1М116(автомат) (410134000001472), Станок1062 (410134000001466), Станок универсальный с делительной головкой (210134000002425), Станок токарно-винторезный (410124000603004)*, Стационарный твердомер по Методу Викерса (410126000000019)*, Стационарный твердомер по Методу Роквелла (410126000000018)*, Стенд измерительный УПАК (210136000003751), Токарно-винторезный станок 1А62Г(410134000001867), Токарно-винторезный ст-к.1В62Г (410134000001868), Токарно-винторезный 16 (410134000001869), Токарно-винторезный 1А62Б (410134000001870),* Токар-

	но-винторезный 1К62 (410134000001837)*, Токарно-винторезный 1К62 (410134000001872), Точильно-шлифовальный 2-х сторонний станок (210134000002259), Универсально-фрезерный ст-к.6080Н (410134000001880), Универсально-фрезерный ст-к.БН-81 (410134000001881), Универсально-заточной ст-к. (210124000602049), Универсально ножовочный станок (210134000002267), Хонинговальный станок ЭГ-833(410134000001489) Шлифовальный полировальный станок LAP-2X(410124000603110),Вертикально обрабатывающий центр (410124000603067), Станок сверлильный 2С132 (410134000001831), верстак 2шт (номера нет код 626277), доска настенная (210136000006600), парты, стенды.
Учебный корпус № 23 кафедры «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 29	Прилавок 850x850x420 (210136000003872, 2101136000003873, 2101136000003874, 2101136000003875, 2101136000003876, 2101136000003877, Шкаф Ольха (210136000003696), Шкаф Ольха (210136000003697), Шкаф Ольха (210136000003698), Шкаф Ольха (210136000005456), 2101136000003878, 2101136000003879), Проектор Хитачи (210134000002198), Экран настенный (210134000002577).

*- оборудование, используемое для практической подготовки

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки Н.И. Железнова, включающая 9 читальный залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, интернет – доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а так же комнаты для самоподготовки в общежитии № 5, № 4.

11.Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся

с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций, лабораторных и практических занятий, выполнение расчетно-графических работ.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

В случае пропуска лекции необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

Для отработки лекции студент должен самостоятельно составить конспект пропущенного занятия и ответить на вопросы по теме.

Отработка пропущенных лабораторных занятий, практических занятий, проводится в конце семестра (за неделю до зачётной недели) в часы после окончания занятий, согласно составленному и утверждённому кафедрой расписанию.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении расчётно-графических и курсовой работ. Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины.

Основные методические рекомендации можно сформулировать так:

1. Отбор учебного материала в соответствии с программой.
2. Обеспечение усвоения материала на всех этапах на основе творческого применения дидактических принципов обучения.
3. Отбор наиболее целесообразных методов и методических приемов, а также организационных форм обучения.
4. Определение наиболее целесообразной системы обратной связи, в частности опроса.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.О.15
«Материаловедение» ОПОП ВО
по направлению 21.03.02 Землеустройство и кадастры
(квалификация выпускника – бакалавр)

Казанцевым Сергеем Павловичем, профессором кафедры «Сопротивление материалов и детали машин», анализа и аудита ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук кафедры «**Сопротивление материалов и детали машин**» проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» ОПОП ВО для подготовки бакалавров по направлению **21.03.02 Землеустройство и кадастры**, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре «Материаловедение и технология машиностроения» (разработчики: Гайдаром С.М., д.т.н., проф., Пикиной А.М., асс.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **21.03.02 Землеустройство и кадастры**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.15.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **21.03.02 Землеустройство и кадастры**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Материаловедение и технология конструкционных материалов» закреплено 4 компетенции: ОПК 1.1., ОПК 1.2., ОПК 4.4., ОПК 7.1

5. Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Дополнительная компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «Материаловедение

6. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

7. Общая трудоёмкость дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

8. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **21.03.02 Землеустройство и кадастры** и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области электроэнергетики и электротехники в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

9. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

10. Программа дисциплины «Материаловедение и технология машиностроения» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **21.03.02 Землеустройство и кадастры**. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос, защита лабораторных, практических работ, выполнение расчётно-графической работы) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта (5 семестр), что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О.15 ФГОС ВО направления **21.03.02 Землеустройство и кадастры**.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой - 3 наименования, периодическими изданиями - 6 источников со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 7 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **21.03.02 Землеустройство и кадастры**.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Материаловедение» ОПОП ВО по направлению **21.03.02 Землеустройство и кадастры**, (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Гайдаром С.М., д.т.н., проф., Пикиной А.М. асс. кафедры материаловедения и технологии машиностроения соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Казанцев Сергей Павлович, профессор кафедры «Сопротивление материалов и детали машин», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

« 02 » 09 2022 г.