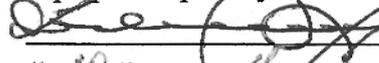


Контрольный экземпляр

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГТУ

 А.А. Сакович

« 29 » 11 2017 г.

Регистрационный № УД- 1553 /уч.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 05 01 Машины и оборудование лесного комплекса

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-36 07 01-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 г. № 88 и учебных планов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» № 2015-79-01/ЗФ от 25.08.2015 г., № 2014-79-С-01/ЗФ от 08.08.2014 г.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Б.М. Неменёнок – заведующий кафедрой металлургии черных и цветных сплавов Белорусского национального технического университета, доктор технических наук, профессор;

В.В. Раповец – заместитель декана факультета технологии и техники лесной промышленности учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент.

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.В. Куис – заведующий кафедрой материаловедения и проектирования технических систем учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент;

Н.А. Свидунович – профессор кафедры материаловедения и проектирования технических систем учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», доктор технических наук, профессор;

А.И. Гарост – доцент кафедры материаловедения и проектирования технических систем учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой материаловедения и проектирования технических систем учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

(протокол № 1 от «15» сентября 2017 г.);

Методической комиссией заочного факультета учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

(протокол № 2 от «31» 10 2017 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

(протокол № 2 от «28» 11 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является частью общей профессиональной подготовки студентов по специальности «Машины и оборудование лесного комплекса».

Материаловедение и технология конструкционных материалов – дисциплина, которая посвящена изучению научных подходов к выбору и использованию материалов для изготовления деталей машин и инструментов, объективных закономерностей зависимости свойств материалов от химического состава, структуры, способов обработки и условий эксплуатации изделий, методов получения изделий из различных конструкционных материалов и их обработки.

Программа разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса».

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины состоит в подготовке студентов к изучению основных конструкторско-технологических дисциплин, охватывающих проектирование и технологию производства деталей машин и инструментов, базирующихся на большой номенклатуре современных материалов с заданными функциональными, технологическими и эксплуатационными характеристиками, и освоении научных подходов при выборе и использовании материалов в зависимости от их свойств, овладении знаниями физических и химических основ материаловедения: классификации и маркировки современных конструкционных материалов, научных принципов назначения материалов для конкретных изделий, исходя из соответствия их свойств условиям эксплуатации и требованиям экономики и экологии.

Задачи дисциплины:

- получить развернутое представление о роли материалов в народном хозяйстве республики, с осознанием необходимости применения научно-обоснованных методов выбора их, в частности, для использования при изготовлении машин и инструментов для лесотехнического комплекса, управления физико-механическими свойствами материалов на этапах их изготовления, обработки и эксплуатации в изделиях, рационального и экономичного расходования материалов с учетом их технологических, эксплуатационных и экологических свойств;

- изучить механические, физико-химические, эксплуатационные и технологические характеристики материалов;

- изучить способы управления технологическими и эксплуатационными свойствами материалов на основе целенаправленного изменения их состава и структуры;

- овладеть принципами классификации и маркировки материалов;

- изучить технологию получения и обработки заготовок для изделий, физические основы этих процессов, их технико-экономические характеристики, области применения и основы устройства типового оборудования, инструмента и приспособлений.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления, облучения и т.п.) и их влияние на структуру материала, а также свойства современных металлических и неметаллических материалов и способы изменения характеристик материалов;

уметь:

- оценивать и прогнозировать поведение материалов и причин отказов деталей и инструментов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;
- использовать комплекс физических и физико-химических свойств важнейших материалов, определять основные характеристики материалов в соответствии с требованиями технических нормативно-правовых актов, рационально выбирать материалы для заданного технологического процесса.

владеть:

- информацией о перспективных направлениях развития материаловедения и способах формообразования заготовок для изготовления деталей автоматических систем управления технологическими процессами и методах улучшения их эксплуатационных характеристик.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.
- ПК-2. Применять эффективную организацию производственных процессов, включая рациональное построение производственных систем.
- ПК-18. Организовывать работу коллективов исполнителей для достижения поставленных целей, планировать фонды оплаты труда.
- ПК-26. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.
- ПК-27. Разрабатывать бизнес-планы создания новых технологий в области деревообработки.
- ПК-28. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

Структура содержания учебной дисциплины

Учебный план специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» предусматривает для изучения дисциплины 338 ч, из них на аудиторные занятия отведено 38 ч. Распределение аудиторных часов по семестрам и видам нагрузки, а также формы контроля знаний указаны в таблице:

Курс	Семестр	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	
2	2	2	---	---	2	---
3	1	10	---	12	22	Зачет
3	2	6	---	8	14	Экзамен

Учебный план специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» (сокращенный курс обучения) предусматривает для изучения дисциплины 258 ч, из них на аудиторные занятия отведено 32 ч. Распределение аудиторных часов по

семестрам и видам нагрузки, а также формы контроля знаний указаны в таблице:

Курс	Семестр	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	
1	2	4	---	---	4	---
2	1	8	4	8	20	Экзамен
2	2	---	4	4	8	Зачет

Форма получения высшего образования – заочная.

Для успешного освоения дисциплины студентам необходимы знания по теоретическим основам химии, неорганической химии, физике.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в дисциплину «Материаловедение и технология конструкционных материалов»

Значение и задачи курса «Материаловедение и технология конструкционных материалов», его роль в общинженерной подготовке студентов-механиков. Историческая справка о развитии материаловедения и технологии конструкционных материалов. История развития техники и материалы. Работы отечественных и зарубежных учёных в области материаловедения и технологии конструкционных материалов.

Раздел I. материаловедение и технологические методы производства материалов

1.1 Технологические методы производства чёрных и цветных металлов

Металлургическое сырьё, основные физико-химические процессы получения чугуна. Продукция доменного производства.

Сравнительная характеристика современных способов получения стали. Прямые способы получения железа и стали.

Производство меди и алюминия.

1.2 Методы исследования материалов

Материаловедение как наука о свойствах материалов в связи с их составом и структурой. Типы связей в твердых телах. Методы исследования материалов. Общая классификация и краткая характеристика основных групп материалов, их роль в современной технике.

1.3 Кристаллическое строение металлов и их кристаллизация

Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Анизотропия металлов. Строение реальных кристаллов. Точечные дефекты. Типы дислокаций. Границы зерен. Диффузия (самодиффузия) в кристаллическом теле.

Кристаллизация металлов. Термические кривые охлаждения при кристаллизации чистых металлов. Критические точки. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Строение металлического слитка. Полиморфные превращения в металлах.

1.4 Взаимодействие компонентов в сплавах

Определение терминов: сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Твердые растворы. Химические соединения. Промежуточные фазы. Механические смеси.

Диаграммы состояния двойных сплавов. Методы построения диаграмм состояния сплавов экспериментальным путем.

Диаграмма состояния системы с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Применение правила фаз и правила отрезков. Определение химического состава фаз, находящихся в равновесии. Внутрикристаллитная ликвация.

Диаграмма состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии с эвтектикой и перитектическим превращением. Диаграммы состояния системы, образующей химические соединения. Диаграммы состояния системы с наличием полиморфного и эвтектоидного превращения. Неравновесная кристаллизация по диаграммам состояния. Превращения в твердом состоянии. Связь между структурой и свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных систем.

1.5 Пластическая деформация и механические свойства

Напряжения и деформации. Упругая деформация. Механизмы пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла (наклеп). Разрушение.

Теоретическая и техническая прочность металла. Методы механических и

технологических испытаний.

Природа усталостного разрушения. Свойства металлических материалов, определяющие долговечность изделия и методы их определения. Критерии разрушения материалов. Пути повышения прочности.

1.6 Железо и его сплавы

Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния железо-цементит.

Диаграмма состояния железо-графит. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей по структуре.

Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. Диаграммы состояния железо-легирующий элемент и железо-углерод-легирующий элемент. Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита. Структурные классы легированных сталей в условиях равновесия.

Свойства и назначение чугуна. Диаграмма состояния железо-кремний-углерод. Белый и отбеленный чугун. Структура и свойства серых чугунов.

1.7 Фазовые превращения в материалах (на примере системы Fe-C)

Виды термической обработки стали. Превращение стали при нагреве. Перегрев и пережог. Методы определения величины зерна аустенита.

Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение.

Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита. Мартенсит, его строение и свойства. Мартенситное превращение и его особенности. Промежуточное превращение и свойства продуктов распада. Превращения при непрерывном охлаждении. Критическая скорость охлаждения и факторы, влияющие на нее. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита.

Превращение при нагреве закаленной стали.

1.8 Технология термической обработки стали

Общая характеристика процессов термической обработки стали.

Отжиг первого рода. Отжиг второго рода. Нормализация стали.

Закалка стали. Выбор режимов закалки. Закалочные среды. Методы закалки. Закаливаемость стали. Прокаливаемость стали. Обработка стали холодом.

Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Технология проведения отпуска.

Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Термомеханическая обработка стали.

Основное оборудование, термических цехов. Механизация и автоматизация термической обработки. Меры по охране труда в термических цехах.

1.9 Химико-термическая обработка стали

Теоретические основы химико-термической обработки.

Назначение и виды цементации. Термическая обработка после цементации и свойства цементированных деталей.

Азотирование стали. Цианирование стали. Виды цианирования. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация.

Меры по охране труда.

1.10 Поверхностное упрочнение наклепом

Дробеструйная обработка. Обработка роликами. Влияние поверхностного наклепа на предел выносливости. Применение поверхностного наклепа в машиностроении.

1.11 Конструкционные стали

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Углеродистые стали обычного качества. Качественные углеродистые стали. Листовая сталь для холодной штамповки. Автоматные конструкционные стали. Стали для фасонного литья.

Основы рационального легирования и роль легирующих элементов. Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии.

Низколегированная сталь. Цементуемые стали. Улучшение стали. Высокопрочные стали.

Пороки структур легированных машиностроительных сталей.

Пружинные стали общего назначения. Стали, упрочняемые закалкой и отпуском. Стали, упрочняемые холодной пластической деформацией и последующим низкотемпературным отпуском.

Шарикоподшипниковые стали и их термическая обработка. Графитизированная сталь. Высокомарганцовистые стали и их термическая обработка. Высокопрочные стали.

1.12 Инструментальные материалы

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Требования к инструментальным сталям. Стали высокой твердости, не обладающие теплостойкостью. Теплостойкие стали высокой твердости и их термическая обработка. Теплостойкие стали повышенной вязкости. Выбор инструментальной стали. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для штампов горячего деформирования. Стали повышенной разгаростойкости. Стали для форм литья под давлением и пресс-форм. Твердые сплавы. Особенности использования материалов для дереворежущего инструмента.

1.13 Конструкционные жаростойкие и коррозионностойкие стали. Конструкционные теплоустойчивые и жаропрочные стали

Виды коррозии. Основные принципы создания коррозионностойких сталей. Общая характеристика.

Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые нержавеющие стали. Высокопрочные нержавеющие стали. Высоколегированные коррозионностойкие стали и сплавы. Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

Жаропрочность. Стали перлитного класса. Стали мартенситного и мартенситно-ферритного класса. Стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Области применения жаропрочных сталей.

1.14 Металлокерамические конструкционные сплавы. Прецизионные сплавы

Антифрикционные и конструкционные металлокерамические материалы. Фрикционные металлокерамические материалы. Металлокерамические фильтры.

Магнитомягкие и магнитотвердые сплавы. Сплавы с заданными упругими свойствами. Сплавы с аномальным тепловым расширением. Сплавы с высоким омическим сопротивлением.

Стоимость различных материалов и методов повышения долговечности изделий.

1.15 Цветные металлы и сплавы

Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Титан и его свойства.

Никель, кобальт и их сплавы.

Общая характеристика тугоплавких металлов. Молибден, вольфрам, хром, тантал, ниобий, цирконий и их сплавы.

Медь и ее сплавы.

Цинк, олово и их сплавы.

1.16 Неметаллические материалы различных типов

Полимерные материалы. Классификация полимерных материалов. Пластические массы: термопласты, реактопласты. Свойства и области применения резин. Силикатные материалы. Композиционные материалы.

Раздел II. Технология конструкционных материалов

2.1 Технология литейного производства

Современное состояние, место и значение литейного производства в машиностроении и перспективы его развития. Сведения о литейных сплавах. Классификация основных способов литья.

Специальные виды литья. Общие и специальные сведения об охране труда, техники безопасности в литейном производстве.

2.2 Технология обработки металлов давлением

Современное состояние, место и значение обработки металлов давлением для получения заготовок в машиностроении. Классификация основных видов обработки давлением.

Характеристика основных способов обработки металлов давлением: прокатка, объемная и листовая штамповка, волочение, прессование.

2.3 Технология сварочного производства и резка материалов

Общая характеристика сварочного производства. Классификация способов сварки. Область применения способов сварки. Физическая сущность сварки плавлением и давлением, свариваемость однородных и разнородных материалов. Контроль качества сварных соединений.

Специальные виды сварки. Газовая сварка и резка.

Нанесение износостойких и жаростойких покрытий. Наплавка и наплавочные материалы. Способы напыления и металлизации. Способы получения покрытий из полимерных материалов.

2.4 Технология пайки

Пайка металлов и сплавов. Способы пайки. Применение пайки при изготовлении дереворежущего инструмента.

2.5 Технология обработки материалов резанием

Общая характеристика механической обработки. Классификация поверхностей и методов их обработки резанием для получения заданной шероховатости и точности. Физические основы обработки металлов резанием. Кинематика процесса резания. Элементы режима резания. Геометрия срезаемого слоя металла при точении.

Силы, действующие в процессе резания. Тепловые процессы при резании.

Износ и стойкость режущего инструмента.

Основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Характеристика материалов для режущих инструментов.

Обработка заготовок на токарных станках. Обработка заготовок на сверлильных станках. Обработка заготовок на фрезерных станках. Обработка заготовок на шлифовальных станках.

Абразивно-жидкостная обработка. Обработка поверхностей абразивными лентами. Хонингование. Суперфиниширование.

Охрана труда и техника безопасности в металлообрабатывающих цехах.

**2.6 Технология изготовления деталей машин из неметаллических материалов.
Особенности использования технологий конструкционных материалов в ремонтном
производстве**

Общая характеристика производства. Классификация и характеристика методов получения заготовок и деталей из неметаллических материалов.

Получение заготовок и деталей машин в условиях индивидуального, малосерийного и ремонтного производства.

**Учебно-методическая карта дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов»
специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Технология конструкционных материалов	12		12	
1.1.	Металлургия черных и цветных металлов	2			
1.1.1.	Производство чугуна. Исходные материалы для производства чугуна: руда, топливо, флюсы. Работа современной доменной печи. Продукты доменной печи. Производства стали. Работа конверторов, работа мартеновской печи, получение стали в электропечах, разливка стали. Производство меди и алюминия. Исходные материалы для производства меди и алюминия, способы получения. Особенности металлургии цветных металлов	2			Зачет
1.2.	Технология литейного производства	2			
1.2.1.	Литейное производство. Литейные свойства металлов и сплавов. Чугун как литейный материал. Классификация литейных сплавов. Влияние различных примесей на свойства литейных чугунов. Маркировка литейных сплавов Разработка технологии изготовления земляной формы Специальные виды литья, центробежное литье, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением Специальные способы литья	2			Зачет
1.3.	Технология обработки металлов давлением	2		2	
1.3.1.	Физические основы обработки металлов и неметаллов давлением. Пластическая деформация, наклеп, рекристаллизация. Влияние обработки давлением на свойства металла. Классификация способов обработки металлов давлением. Волочение. Прессование. Прокатка, обычная и листовая штамповка. Основные способы обработки металлов давлением. Штамповый инструмент.	2		2	Зачет, контрольный опрос
1.4.	Технология сварочного производства и резка материалов	2		2	

1.4.1.	Классификация способов сварки металлов и неметаллических материалов. Электродуговая сварка. Перенос металла в сварочной дуге. Параметры электрической дуги. Специальные виды электрической сварки: электрошлаковая сварка, электродуговая сварка, плазменная сварка и резка. Контактная сварка. Источники питания для контактной сварки. Выбор режима ручной дуговой сварки. Исследование режимов газовой сварки металлов. Электрофизические и электрохимические способы обработки металлов.	2		2	Зачет, контрольный опрос
1.5.	Технология пайки	1			
1.5.1.	Пайка металлов твердыми припоями. Технология напайки твердого сплава на корпус инструмента. Применение пайки для изготовления и ремонта дереворежущего инструмента Пайка тугоплавкими припоями.	1			Зачет
1.6.	Технология обработки материалов резанием	3		8	
1.6.1.	Физические основы резания металлов. Геометрия режущего инструмента. Процесс стружкообразования. Нарост. Изменение свойств обрабатываемой поверхности	1			Зачет
1.6.2.	Материалы и технологии, применяемые при изготовлении дереворежущего инструмента			2	Контрольный опрос
1.6.3.	Геометрия токарных резцов			2	Контрольный опрос
1.6.4.	Силовые параметры процесса резания. Стойкость и износ инструмента. Классификация способов обработки металлов резанием. Классификация металлорежущих станков	1			Зачет
1.6.5.	Конструкции и геометрические параметры инструмента для обработки отверстий. Станки фрезерной группы. Работы, выполняемые на этих станках. Типы фрез и особенности их геометрии.			2	Контрольный опрос
1.6.6.	Станки шлифовальной группы, процесс шлифования, разновидности и классификация шлифовальных станков. Режимы шлифования. Основные направления развития станкостроения, станки с ЧПУ, с адаптивным управлением, обрабатывающие центры	0,5			Зачет
1.6.7.	Абразивные инструменты, их маркировка и методика выбора			2	Контрольный опрос
1.6.8.	Финишные и суперфинишные технологии доводки деталей и инструментов	0,5			Зачет
2.	Материаловедение	6		8	
2.1.	Методы исследования материалов	1		4	
2.1.1.	Методы исследования материалов. Материаловедение как наука о свойствах материалов и сплавов в связи с их составом и структурой. Типы связей в твердых телах. Методы исследования материалов. Общая классификация и краткая характеристика основных групп материалов, их роль в современной технике	1			Экзамен
2.1.2.	Макроанализ металлов и сплавов. Микроанализ. Ознакомление с методикой изготовления и изучения шлифов			2	Контрольный опрос

2.1.3.	Определение твердости металлов. Определение микротвердости металлов			2	Контрольный опрос
2.2.	Взаимодействие компонентов в сплавах	3		2	
2.2.1.	Определение терминов: сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Твердые растворы. Химические соединения. Промежуточные фазы. Механические смеси. Особенности кристаллизации сплавов. Диаграммы состояния двойных сплавов. Методы построения диаграмм состояния сплавов экспериментальным путем.	1			Экзамен
2.2.2.	Построение диаграмм состояния сплавов, правило отрезков, правило Курнакова. Диаграмма состояния системы с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Применение правила фаз и правила отрезков. Определение химического состава фаз, находящихся в равновесии. Внутрикристаллитная ликвация.	1			Экзамен
2.2.3.	Анализ основных типов диаграмм состояния сплавов. Диаграмма состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии с эвтектикой и перитектическим превращением. Эвтектическая кристаллизация. Перитектическая кристаллизация. Диаграммы состояния системы, образующей химические соединения. Диаграммы состояния системы с наличием полиморфного и эвтектоидного превращения. Эвтектоидное превращение. Неравновесная кристаллизация по диаграммам состояния. Возможность применения термической обработки к сплавам с переменной растворимостью. Превращения в твердом состоянии. Связь между структурой и свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных систем.	1		2	Экзамен, Контрольный опрос
2.3.	Железо и его сплавы	2		2	
2.3.1.	Железо и его соединения с углеродом. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики, условия образования и свойства. Диаграмма состояния железо-графит. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей по структуре.	1			Экзамен
2.3.2.	Диаграмма состояния Fe-Fe ₃ C. Характеристика точек, типы точек, областей. Анализ стального и чугуна участков, участка с перитектикой. Диаграмма состояния железо-цементит. Анализ диаграммы состояния сплавов системы железо-углерод	1			Экзамен
2.3.3.	Изучение структуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии			2	Контрольный опрос
	Итого	18		20	

**Учебно-методическая карта дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов»
специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» (сокращенный курс обучения)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Технология конструкционных материалов	12	4	8	
1.1.	Металлургия черных и цветных металлов	2			
1.1.1.	Производство чугуна. Исходные материалы для производства чугуна: руда, топливо, флюсы. Работа современной доменной печи. Продукты доменной печи. Производства стали. Работа конверторов, работа мартеновской печи, получение стали в электропечах, разливка стали. Производство меди и алюминия. Исходные материалы для производства меди и алюминия, способы получения. Особенности металлургии цветных металлов	2			Зачет
1.2.	Технология литейного производства	2	2		
1.2.1.	Литейное производство. Литейные свойства металлов и сплавов. Чугун как литейный материал. Классификация литейных сплавов. Влияние различных примесей на свойства литейных чугунов. Маркировка литейных сплавов Разработка технологии изготовления земляной формы Специальные виды литья, центробежное литье, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением Специальные способы литья	2	2		Зачет, контрольный опрос
1.3.	Технология обработки металлов давлением	2			
1.3.1.	Физические основы обработки металлов и неметаллов давлением. Пластическая деформация, наклеп, рекристаллизация. Влияние обработки давлением на свойства металла. Классификация способов обработки металлов давлением. Волочение. Прессование. Прокатка, обычная и листовая штамповка. Основные способы обработки металлов давлением. Штамповый инструмент.	2			Зачет
1.4.	Технология сварочного производства и резка материалов	2		2	

1.4.1.	Классификация способов сварки металлов и неметаллических материалов. Электродуговая сварка. Перенос металла в сварочной дуге. Параметры электрической дуги. Специальные виды электрической сварки: электрошлаковая сварка, электродуговая сварка, плазменная сварка и резка. Контактная сварка. Источники питания для контактной сварки. Выбор режима ручной дуговой сварки. Исследование режимов газовой сварки металлов. Электрофизические и электрохимические способы обработки металлов.	2		2	Зачет, контрольный опрос
1.5.	Технология пайки	1			
1.5.1.	Пайка металлов твердыми припоями. Технология напайки твердого сплава на корпус инструмента. Применение пайки для изготовления и ремонта дереворежущего инструмента Пайка тугоплавкими припоями.	1			Зачет
1.6.	Технология обработки материалов резанием	3	2	6	
1.6.1.	Физические основы резания металлов. Геометрия режущего инструмента. Процесс стружкообразования. Нарост. Изменение свойств обрабатываемой поверхности	1			Зачет
1.6.2.	Материалы и технологии, применяемые при изготовлении дереворежущего инструмента. Геометрия токарных резцов			2	Контрольный опрос
1.6.3.	Силовые параметры процесса резания. Стойкость и износ инструмента. Классификация способов обработки металлов резанием. Классификация металлорежущих станков	1	2		Зачет
1.6.4.	Конструкции и геометрические параметры инструмента для обработки отверстий. Станки фрезерной группы. Работы, выполняемые на этих станках. Типы фрез и особенности их геометрии.			2	Контрольный опрос
1.6.5.	Станки шлифовальной группы, процесс шлифования, разновидности и классификация шлифовальных станков. Режимы шлифования. Основные направления развития станкостроения, станки с ЧПУ, с адаптивным управлением, обрабатывающие центры	0,5			Зачет
1.6.6.	Абразивные инструменты, их маркировка и методика выбора			2	Контрольный опрос
1.6.8.	Финишные и суперфинишные технологии доводки деталей и инструментов	0,5			Зачет
2.	Материаловедение		4	4	
2.1.	Методы исследования материалов		2	2	
2.1.2.	Макроанализ металлов и сплавов. Микроанализ. Ознакомление с методикой изготовления и изучения шлифов			2	Экзамен, контрольный опрос
2.1.3.	Определение твердости металлов. Определение микротвердости металлов		2		Экзамен, контрольный опрос
2.2.	Взаимодействие компонентов в сплавах			2	

2.2.3.	Анализ основных типов диаграмм состояния сплавов. Диаграмма состояния системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии с эвтектикой и перитектическим превращением. Эвтектическая кристаллизация. Перитектическая кристаллизация. Диаграммы состояния системы, образующей химические соединения. Диаграммы состояния системы с наличием полиморфного и эвтектоидного превращения. Эвтектоидное превращение. Неравновесная кристаллизация по диаграммам состояния. Возможность применения термической обработки к сплавам с переменной растворимостью. Превращения в твердом состоянии. Связь между структурой и свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных систем.			2	Экзамен, Контрольный опрос
2.3.	Железо и его сплавы		2		
2.3.1.	Изучение структуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии		2		Контрольный опрос
	Итого	16	8	12	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Макроанализ металлов и сплавов.
2. Микроанализ. Ознакомление с конструкцией металломикроскопов и методикой изготовления шлифов.
3. Определение твердости металлов.
4. Определение микротвердости металлов.
5. Изучение процесса кристаллизации.
6. Изучение структуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии.
7. Изучение структуры, свойств, применения и назначения чугунов.
8. Конструкционные легированные стали, маркировка, назначение, состав, термообработка, структура, свойства.
9. Инструментальные легированные стали, маркировка, назначение, состав, термообработка и химико-термическая обработка, структура, свойства.
10. Твёрдые сплавы маркировка, назначение, состав, термообработка, структура, свойства.
11. Исследование превращений в сплавах методом термического анализа (построение диаграммы состояния).
12. Анализ диаграмм состояния двойных сплавов.
13. Изучение влияния холодной пластической деформации и рекристаллизации на свойства металлов.
14. Анализ диаграммы состояния сплавов системы железо-углерод.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Особенности металлургии цветных металлов.
2. Специальные способы литья.
3. Основные способы обработки металлов давлением.
4. Штамповый инструмент.
5. Применение пайки для изготовления и ремонта дереворежущего инструмента.
6. Электрофизические и электрохимические способы обработки металлов.
7. Финишные и суперфинишные технологии доводки деталей и инструментов.
8. Решение задач по выбору материала и составлению технологий изготовления зубчатых колёс.
9. Разработка технологии изготовления сборного инструмента.

Характеристика методов обучения

Рекомендуемыми педагогическими технологиями, способствующими вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения различных задач, являются:

- технологии проблемно-модульного обучения;
- технологии учебно-исследовательской деятельности;
- проектные технологии;
- коммуникативные технологии (дискуссия, мозговой штурм, учебные дебаты и др.);
- метод анализа конкретных ситуаций.

Самостоятельная работа студентов заключается в работе с дополнительной и периодической литературой, в подготовке к занятиям, выполнении заданий преподавателей, подготовке к контрольным работам и зачетным занятиям, с целью повышение конкурентоспособности выпускников посредством формирования у них

компетенций самообразования.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

Введение в дисциплину

Значение и задачи курса «Материаловедение», его роль в общепрофессиональной подготовке студентов-механиков. Историческая справка о развитии научного и инженерного материаловедения. История развития техники и материалы. Работы отечественных и зарубежных ученых в области материаловедения.

Кристаллическое строение металлов и их кристаллизация.

Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Период, базис, координационное число кристаллических решеток. Кристаллографическое обозначение атомных плоскостей и направлений. Анизотропия металлов. Строение реальных кристаллов. Точечные дефекты. Типы дислокаций. Границы зерен. Дислокационные модели границ зерен и субзерен. Диффузия (самодиффузия) в кристаллическом теле.

Изучение процесса кристаллизации.

Пластическая деформация и механические свойства

Напряжения и деформации. Упругая деформация. Пластическая деформация моно- и поликристаллов. Механизмы пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру металла. Текстура деформации. Влияние пластической деформации на свойства металла (наклеп).

Изучить влияния холодной пластической деформации и рекристаллизации на свойства металлов.

Разрушение материалов. Разрушение. Механизм зарождения трещины. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Явление хладноломкости. Природа усталостного разрушения. Конструктивная прочность. Свойства металлических материалов, определяющие долговечность изделия и методы их определения (усталостная прочность, контактная выносливость, износостойкость и т.д.). Свойства, обуславливающие надежность металла против внезапного разрушения, и методы их определения (работа зарождения и распространения трещины, вязкость разрушения, живучесть и т.д.). Пути повышения прочности. Государственные стандарты на металлы (ГОСТы).

Железо и его сплавы

Легирующие элементы в сплавах Fe-C. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа (твердые растворы, карбиды, интерметаллиды). Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. Диаграммы состояния железо-легирующий элемент и железо-углерод-легирующий элемент. Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита. Структурные классы легированных сталей в условиях равновесия.

Чугуны. Свойства и назначение чугуна. Диаграмма состояния железо-кремний-углерод. Белый и отбеленный чугун. Структура серого чугуна. Формы графита. Влияние примесей и скорости охлаждения на структуру серого чугуна. Маркировка чугуна. Модифицированный серый чугун. Высокопрочный чугун. Ковкий чугун. Легированные чугуны.

Изучение структуры, свойств, применения и назначения чугунов.

Фазовые превращения в материалах (на примере системы Fe-C)

Классификация видов термической обработки и фазовые превращения в стали. Виды термической обработки стали. Превращение стали при нагреве. Рост зерна аустенита. Влияние величины зерна на технологические и механические свойства стали. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита. Перегрев и пережог. Методы определения величины зерна аустенита. Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Продукты перлитного распада аустенита и их свойства.

Превращения при закалке и отпуске. Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита. Мартенсит, его строение и свойства. Пластинчатый и реечный (массивный) мартенсит. Мартенситное превращение и его особенности. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение. Промежуточное превращение и свойства продуктов распада. Превращения при непрерывном охлаждении. Критическая скорость охлаждения и факторы, влияющие на нее. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита. Превращение при нагреве закаленной стали. Влияние температуры и продолжительности нагрева на строение и свойства закаленной стали. Влияние легирующих элементов на превращение при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость. Старение стали.

Технология термической обработки стали

Нагрев стали, отжиг и нормализация. Общая характеристика процессов термической обработки стали. Отжиг первого рода. Отжиг второго рода (с фазовой перекристаллизацией). Полный отжиг. Назначение отжига. Изотермический отжиг. Неполный отжиг. Сфероидизация. Нормализация стали. Влияние нормализации на структуру и механические свойства стали.

Влияние отжига и нормализации углеродистой стали на ее свойства (исправление структуры сталей).

Закалка и отпуск стали. Закалка стали. Выбор температуры закалки. Нагрев под закалку углеродистых и легированных сталей. Контролируемые атмосферы. Состав ванн для нагрева под закалку. Закалочные среды и требования, предъявляемые к ним. Закалочные напряжения. Методы закалки. Закаливаемость стали и факторы, влияющие на нее. Прокаливаемость стали. Методы определения прокаливаемости. Влияние легирующих элементов, величины зерна и других факторов на устойчивость переохлажденного аустенита и прокаливаемость стали. Обработка стали холодом.

Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Технология проведения отпуска.

Назначение режимов закалки и отпуска углеродистой стали (влияние температуры нагрева и скорости охлаждения при закалке и температуры отпуска на свойства стали с использованием стального участка Fe-Fe₃C и диаграммы изотермического распада аустенита)

Изучение структуры сталей после закалки и отпуска

Поверхностная закалка и покрытия. Поверхностная закалка, ее виды и область применения. Стали пониженной и регламентированной прокаливаемости. Закалка при индукционном нагреве. Закалка при газопламенном нагреве. Основное оборудование термических цехов. Механизация и автоматизация термической обработки. Меры по охране труда в термических цехах, основные типы покрытий.

Химико-термическая обработка стали

Химико-термическая обработка (ХТО) стали, цементация стали. Теоретические основы химико-термической обработки. Связь между диаграммой состояния и структурой диффузионного слоя. Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе, Газовая цементация. Печи для цементации. Термическая обработка после цементации и свойства цементованных деталей. Области применения цементации.

ХТО, азотирование и диффузионная металлизация. Азотирование стали. Механизм образования азотированного слоя. Стали для азотирования. Технология газового азотирования стали. Газовое азотирование с добавкой углеродсодержащих газов. Азотирование в жидких средах (в цианидных и карбамидных расплавах). Свойства азотированного слоя. Область применения азотирования. Сульфоцианирование стали. Печи для азотирования. Цианирование стали. Виды цианирования. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация. Режимы и область применения. Меры по охране труда. Поверхностное упрочнение наклепом.

Поверхностное упрочнение наклепом

Дробеструйная обработка. Обработка роликами. Влияние поверхностного наклепа на предел выносливости. Применение поверхностного наклепа в машиностроении.

Конструкционные стали

Конструкционные легированные стали. Цементуемая (нитроцементуемая) сталь. Требования, предъявляемые к цементуемой стали (нитроцементуемой). Свойства, термическая обработка и примеры применения цементуемых сталей. Улучшение стали. Требования к сталям. Свойства, термическая обработка и примеры улучшаемых сталей. Высокопрочные стали. Современные тенденции в области легирования машиностроительных сталей. Пороки легированных машиностроительных сталей. Пружинные стали. Пружинные стали общего назначения. Стали, упрочняемые закалкой и отпуском. Стали, упрочняемые холодной пластической деформацией и последующим низкотемпературным отпуском. Износостойкие конструкционные стали. Шарикоподшипниковые стали и их термическая обработка. Графитизированная сталь. Высокомарганцовистые стали и их термическая обработка. Высокопрочные мартенситностареющие конструкционные стали. Высокопрочные стали. Состав и строение мартенситностареющих сталей. Термическая и химико-термическая обработка мартенситностареющих сталей. Применение высокопрочных мартенситностареющих сталей.

Конструкционные легированные стали, маркировка, назначение, состав, термообработка и химико-термическая обработка, структура, свойства

Инструментальные материалы

Инструментальные стали. Классификация и маркировка инструментальных сталей. ГОСТ на инструментальные стали. Требования к инструментальным сталям. Стали высокой твердости, не обладающие теплостойкостью. Теплостойкие стали высокой твердости и их термическая обработка. Теплостойкие стали повышенной вязкости. Выбор инструментальной стали. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для штампов горячего деформирования. Стали повышенной разгаростойкости. Стали для форм литья под давлением и прессованием. Твердые сплавы. Получение инструмента методом порошковой металлургии. Материалы для дереворежущего инструмента.

Инструментальные легированные стали, маркировка, назначение, состав, термообработка, структура, свойства

Твердые сплавы маркировка, назначение, состав, термообработка, структура, свойства

Конструкционные жаростойкие и коррозионностойкие стали. Конструкционные теплоустойчивые и жаропрочные стали. Металлокерамические конструкционные сплавы на основе железа. Прецизионные сплавы

Жаропрочные, жаростойкие и коррозионностойкие стали и сплавы. Виды коррозии. Основные принципы создания коррозионностойких сталей. Общая характеристика. ГОСТ на нержавеющие стали.

Хромистые нержавеющие стали (мартенситного, мартенситно-ферритного и ферритного класса). Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного и аустенитно-ферритного класса. Высокопрочные нержавеющие стали аустенитно-мартенситного класса. Высоколегированные коррозионностойкие стали и сплавы. Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

Прецизионные сплавы. Магнитомягкие сплавы. Магнитотвердые сплавы. Сплавы с заданными упругими свойствами. Сплавы с аномальным тепловым расширением. Сплавы с высоким омическим сопротивлением.

Цветные металлы и сплавы

Цветные металлы и сплавы. Магний и его сплавы. Литейные сплавы магния. Деформируемые сплавы магния. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии. Медь и ее сплавы. Медь и ее свойства. Примеси в меди. Применение меди. Медные сплавы. Латунни. Их свойства, маркировка и применение.

Влияние содержания цинка на свойства латуней. Коррозионная стойкость латуней. Медные припои. Бронзы оловянистые, алюминиевые, марганцовистые, свинцовые и бериллиевые. Литейные свойства бронз. Состав и свойства бронз, их марки и область применения. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Цинк и его сплавы. Олово и его сплавы. Припои на оловянистой и свинцовой основе. Антифрикционные сплавы на оловянистой, свинцовой и цинковой основе. Многослойные подшипники.

Алюминий и его сплавы. Алюминий, его свойства. Примеси в алюминии. Применение алюминия. Алюминиевые сплавы. Деформируемые алюминиевые сплавы. Дюралюминий. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Механические и технологические свойства деформируемых алюминиевых сплавов. Защита алюминиевых сплавов от коррозии. Спеченная алюминиевая пудра (САП). Спеченные алюминиевые сплавы (САС). Литейные алюминиевые сплавы. Силумины. Механические и технологические свойства литейных алюминиевых сплавов. Алюминиевые подшипниковые сплавы. Алюминиевые припои. Титан и его сплавы. Титан и его свойства. Классификация, термическая обработка, механические и технологические свойства титановых сплавов. Бериллий и его сплавы. Бериллий и его свойства. Классификация, термическая обработка, механические и технологические свойства бериллиевых сплавов.

Изучение структуры и свойств цветных металлов и сплавов

Термическая обработка алюминиевых сплавов

Неметаллические материалы различных типов

Полимерные материалы. Классификация полимерных материалов. Пластические массы и эластичные материалы. Полимерные материалы обратимые-термопласты, эластотермопласты и необратимые-реактопласты, резиновые смеси. Состав термопластов и отвержденных реактопластов. Назначение компонентов, совмещающихся и несовмещающихся наполнителей. Газонаполненные пластики, эластифицированные, пластики с твердым наполнителем, порошковым, волокнистым, листовым. Свойства и области применения пластиков. Органические стекла. Свойства и области применения реактопластов с различными наполнителями.

Исследование влияния состава пластмасс и их температуры нагрева на физико-механические свойства.

Стекло. Резина. Композиционные материалы. Состав резин и эластотермопластов. Назначение компонентов, совмещающихся и несовмещающихся-наполнителей. Роль порошковых наполнителей: сажа, окиси кремния и волокнистых наполнителей; органические, стеклянные, металлические волокна и корды. Газонаполненные эластичные материалы. Свойства и области применения резин и эластотермопластов. Силикатные материалы. Стекла минеральные. Кварцевое стекло, безосколочное стекло, электроизоляционные и электропроводящие стекла, пеностекло. Стекло-кристаллические материалы. Техническая керамика. Свойства керамики в зависимости от состава. Применение керамики. Композиционные материалы. Принципы создания композиционных материалов.

Распределение напряжений в композиционных материалах при различных условиях нагружения в зависимости от формы и взаимного расположения частиц высокомодульного наполнителя. Модуль упругости композиционных материалов. Понятие о структуре и свойствах жаростойкости высокомодульных моно- и поликристаллических волокнистых наполнителей. Свойства композиционных материалов с металлической, керамической и полимерной матрицей. Области применения «композитов».

Изучение свойств различных типов неметаллических материалов.

Технология изготовления деталей машин из неметаллических материалов.

Особенности использования технологий конструкционных материалов в ремонтном производстве

Научный прогноз применения современных и новейших конструкционных материалов, новых методов обработки конструкционных материалов. Проблемы синтеза композиционных материалов, прогноз их применения.

Новейшие неметаллические материалы, применяемые в машиностроении.

Рекомендуемый диагностический инструментарий

Оценка учебных достижений студентов выполняется поэтапно по конкретным темам учебной дисциплины и осуществляется с использованием следующих форм диагностики:

письменная форма

– контрольные опросы,

устно-письменная форма

– зачеты;

– экзамены.

Диагностика сформированности компетенций студента осуществляется путем выявления факта его учебных достижений, измерения и оценки степени соответствия учебных достижений требованиям образовательного стандарта.

Для диагностики сформированности компетенций студентов в результате изучения определенного раздела и при итоговом оценивании (зачете, экзамене) используются контрольные задания, опросы.

Оценка учебных достижений студентов проводится на зачете и экзамене. Оценка учебных достижений студентов, выполняемая поэтапно, по конкретным разделам дисциплины.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Перечень основной и дополнительной литературы

Основная

№ п/п	Литература	Кол-во в библиотеке, экз.
1	Арзамасов, Б.Н. и др. Материаловедение: учеб. для вузов – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 646 с.	25
2	Гуляев, А.П. Металловедение. – М.: «Металлургия», 1986. – 383 с.	166
3	Худокормова, Р.Н., Пантелеенко, Ф.И. Материаловедение. Лабораторный практикум. – Минск: «Вышэйшая школа, 1988. – 211 с.	2
4	Лахтин, Ю.М., Леонтьева, В.П. Материаловедение. – М.: «Машиностроение». 1990. – 472 с.	56
5	Витязь, П.А., Свидунович, Н.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учеб. пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 302 с.	73
6	Витязь, П.А., Свидунович, Н.А., Куис, Д.В. Наноматериаловедение: учеб. пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 511 с.	100
7	Жарский, И.М., Иванова, Н.П., Куис, Д.В., Свидунович Н.А. Материаловедение: учеб. пособие с грифом Минобразования. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 557.	100
8	Вершина, А.К., Свидунович, Н.А., Куис, Д.В. Материаловедение, раздел «Термическая обработка»: лаб. практикум для студентов технологических и химических специальностей. – Минск: БГТУ, 2014. – 66 с.	ЭН
9	Вершина, А.К., Свидунович, Н.А., Куис, Д.В. Состав, структура, свойства сплавов на основе железа: лаб. практикум. – Минск: БГТУ, 2009. – 92 с.	ЭН
10	Вершина, А.К., Свидунович, Н.А., Куис, Д.В., Пискунова, О.Ю. Состав-структура-свойства цветных металлов и сплавов, полимерных материалов: лаб. практикум для студентов химических и технологических специальностей. – Минск: БГТУ, 2010. – 63 с.	ЭН
11	Свидунович, Н.А., Окатова, Г.П., Куис, Д.В. Методы исследования материалов: лаб. практикум. – Минск: БГТУ, 2014. – 126 с.	ЭН
12	Куис, Д.В., Свидунович, Н.А., Рудак, П.В., Пискунова, О.Ю. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Современные способы исследования материалов. – Минск: БГТУ, 2013. – 140 с.	174
13	Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов: учеб. для студентов машиностроительных специальностей вузов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов и др. 6-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.	98
14	Комаров, О. С. Технология конструкционных материалов / О. С. Комаров и др. - Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 416 с.	41
15	Карпович, С. И. Технология конструкционных материалов. Пайка и сварка металлов. – Минск: БГТУ, 2009. – 120 с.	273
16	Карповіч, С. І. Апрацоўка металаў рэзаннем. –Мінск: БГТУ, 2006. – 76 с	164
17	Куис, Д. В., Рудак, П. В. Литейное производство и обработка металлов давлением. – Минск: БГТУ, 2013.	ЭН

Дополнительная

№ п/п	Литература	Кол-во в библиотеке, экз.
1	Фетисов, Г.П. и др. Материаловедение и технология металлов. – М.: Высшая школа, 2002. – 540 с.	3
2	Жарский, И.М., Иванова, Н.П., Куис, Д.В., Свидуневич, Н.А. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учеб. пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 303 с.	109
3	Металловедение и технология металлов: учебник. / Под ред. Ю.П. Солнцева. – М.: Металлургия, 1988. – 511 с.	7
4	Новиков, И.И и др. Металловедение: учеб. в 2-х Т. / Под общ. ред. В. С. Золоторевского. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 528 с.	
5	Лахтин, Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: «Металлургия», 1983. – 437 с.	36
	Пинчук, Л.С. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – 461 с.	150
	Горбунов, Б.И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки: учеб. пособие для студентов / Б.И. Горбунов. – М.: Машиностроение, 1981. – 263 с.	2

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложение об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Лесотранспортные машины	ЛМТД и ТМТ	Предложение нет	
Механическая обработка древесины и деревообрабатывающие станки и инструменты	Доски	Предложение нет	

Зав. кафедрой
деревообрабатывающих станков
и инструментов



А.А. Гришкевич

Зав. кафедрой
лесных машин, дорог и технологий
лесопромышленного производства



С.П. Мохов