

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

**«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ» (Б1.О.20)**

Для направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
по профилю
«Приборы и методы контроля качества и диагностики»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Оценочные материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

Протокол № 4 от 16 января 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой
«Наземные транспортно-
технологические комплексы»
16 января 2025 г.

Д.П. Кононов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
16 января 2025 г.

В.Н. Коншина

1 Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (Б1.О.20) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. №945.

Целью изучения дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» является познание природы и свойств материалов, методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике и ознакомление студентов с конструкционными материалами, сплавами и их свойствами, теоретическими и технологическими основами производства различных материалов, методами получения из них заготовок и деталей машин.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, и их влияния на свойства материалов;
- установление зависимостей между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий;
- изучение основных групп металлических и неметаллических материалов, их свойств и области применения;
- получение представлений о способах производства материалов;
- получение основных сведений о технологических процессах литья, обработки давлением, сварки и пайки, обработки резанием, их принципиальных схемах, применяемом оборудовании и инструментах;
- освоение принципов выбора методов изготовления заготовок и деталей машин в зависимости от их материала, условий работы и особенностей конструкции и других факторов, включая экономические.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения | |
| ОПК-1.1.1 Знает естественнонаучные и | Обучающийся знает: - физическую сущность явлений, происходящих в |

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| общеинженерные законы, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения | материалах при воздействии на них повышенных и пониженных температур и повышенного давления; - основные группы металлических и неметаллических материалов, их свойств и применение в области теплоэнергетики и теплотехники; - зависимость между составом, строением и свойствами материалов; - основные методы механических испытаний металлов; - способы упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей установок получения, преобразования, транспорта и использования теплоты. |
| ОПК-1.2.1 Умеет применять в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения, естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования | Обучающийся умеет: - применять в инженерной деятельности знания физической сущности явлений, происходящих при воздействии на материал повышенных и пониженных температур; - применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности; - применять способы упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей - применять различные методы механических испытаний металлов. |
| ОПК-1.3.1 Имеет навыки по применению естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности | Обучающийся имеет навыки: - идентификации на основании маркировки конструкционных и эксплуатационных материалов, определения возможных областей их применения; - применения различных технологий обработки металлов. |

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (Б1.О.20) относится к дисциплинам базовой части и является обязательной дисциплиной.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр | Семестр | Семестр |
|--|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | III | IV | V |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | | | | |
| В том числе: | | | | |
| - лекции (Л) | 80 | 32 | 32 | 16 |
| - практические занятия (ПЗ) | 16 | - | 16 | - |
| - лабораторные работы (ЛР) | 80 | 32 | 16 | 32 |

| | | | | |
|---|--------|-------|-------|------|
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 140 | 40 | 80 | 20 |
| Контроль | 44 | 4 | 36 | 4 |
| Форма контроля знаний | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Общая трудоёмкость: час/з.е. | 360/10 | 108/3 | 180/5 | 72/2 |

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | | Индикаторы достижения компетенций |
|----------|--|---|---|---|
| | | 1 | 2 | |
| 1 | Атомно- кристаллическое строение металлов и сплавов | Значение курса материаловедения в инженерной подготовке. Отечественное и зарубежное наследие в развитии этой науки. Типы связей в твердых телах. Зависимость основных свойств материалов от природы химической связи. Возможности регулирования свойств материалов путем изменения типа химической связи. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Полиморфизм. Анизотропия. Дефекты кристаллического строения. Их классификация и методы выявления. Влияние несовершенств кристаллов на сопротивление деформации. | 3 | ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1 |
| 2 | Кристаллизация металлов и сплавов. Теория сплавов | Основы кристаллизации. Фаза. Структура. Компонент. Строение стального слитка. Кривые охлаждения чистых металлов и сплавов. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые и структурные превращения, происходящие при охлаждении и нагревании сплавов. Образование эвтектики и его характерные особенности. Вторичная кристаллизация, её практическое значение. Зональная, внутриструктурная ликвация и методы их предотвращения. Расчет фазового, структурного состава и свойств сплавов. | 3 | ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1 |
| 3 | Железоуглеродистые сплавы | Модификации железа и их характерные особенности. Диаграмма состояния Fe-Fe ₃ C. | 3 | |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|------------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | Основные данные о фазах и структурных составляющих. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений, происходящих при нагревании | |
| 4 | Углеродистые стали | Классификация и маркировка углеродистых сталей. Влияние углерода, постоянных примесей (Mn, Si, P, S), газов и неметаллических включений на структуру и свойства стали. Изменение величины зерна в процессе нагрева и охлаждения сплава. Баллы зёрен и их влияние на механические и технологические свойства. Применение углеродистых сталей на железнодорожном транспорте для различной техники, теплоэнергетического, подъемно-транспортного оборудования, систем автоматики, строительных конструкций. | |
| 5 | Чугуны | Классификация и маркировка чугунов. Влияние углерода, кремния и скорости охлаждения на структуру и свойства чугунов. Особенности формирования микроструктуры серого, ковкого и высокопрочного чугунов. Модифицирование чугунов. Применение чугунов для различной техники, теплоэнергетического, подъемно-транспортного оборудования, систем автоматики, строительных конструкций. | ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1 |
| 6 | Теория термической обработки | Влияние скорости охлаждения на фазовые и структурные превращения, свойства стали. Изотермическая диаграмма распада переохлажденного аустенита. Перлитное, промежуточное и мартенситное превращения. Особенности диаграммы для до- и заэвтектоидных сталей. | |
| 7 | Технология термообработки | Основные разновидности термообработки полуфабрикатов и готовых изделий. Окисление и обезуглероживание стали в процессе нагрева. Виды нагревательных устройств. Применение защитных | |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | <p>(контролируемых) атмосфер. Нагрев стали в расплавах солей и металлов. Охлаждающие среды и их характеристика. Основы выбора вида и расчёт режимов термической обработки, обеспечивающих оптимальные физико-механические свойства.</p> <p>Отжиг и нормализация. Их разновидности, режимы и применение. Влияние на структуру, механические свойства.</p> <p>Критическая скорость охлаждения. Влияние мартенситного превращения на объем стали и остаточные напряжения. Выбор режимов закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Фазовые и структурные превращения, наблюдаемые при нагреве закаленной стали. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость. Термическое и диффузионное старение углеродистых сталей. Отпуск, обработка холодом, режимы, назначение.</p> | |
| 8 | Легированные стали | <p>Влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали. Обозначение легированных сталей. Структурные классы легированных сталей.</p> | ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1 |
| 9 | Поверхностное упрочнение стали | <p>Механическое упрочнение наклепом (ППД).</p> <p>Поверхностная закалка стали (ТВЧ, газовая, лазерная). Оборудование и технологические особенности поверхностной закалки.</p> <p>Химико-термическая обработка стали. Цементация, азотирование, нитроцеметация и другие способы.</p> <p>Последующая термическая обработка.</p> | |
| 10 | Цветные металлы и сплавы на их основе | <p>Медь и сплавы на ее основе.</p> <p>Алюминий и сплавы на его основе.</p> <p>Титан сплавы на его основе.</p> | |
| 11 | Производство черных и цветных металлов. | <p>Металлургия чугуна, доменный процесс, производство литейного чугуна. Металлургия стали,</p> | |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|------------------|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | производство стали в конверторах, мартеновских печах, электропечах, разливка стали. Металлургия цветных металлов, производство меди, алюминия, титана. | |
| 12 | Способы получения заготовок | <p>Классификация способов получения заготовок. Технология получения отливок в песчаных формах. Специальные способы литья.</p> <p>Методы производства металлокерамических изделий. Изготовление деталей и заготовок из композиционных материалов.</p> <p>Технология производства резиновых технических изделий.</p> <p>Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов, горячая и холодная деформации. Нагрев металлов и нагревательные устройства. Способы обработки давлением: прокатка, волочение, прессование, свободная ковка, объемная и листовая штамповка.</p> <p>Схемы процессов, оборудование, продукция.</p> | |
| 13 | Производство неразъёмных соединений | <p>Способы получения неразъёмных соединений. Сварка металлов. Физические основы сварочных процессов. Строение сварных соединений. Свариваемость металлов и сплавов.</p> <p>Виды сварки, оборудование, сварочные материалы. Сварка давлением. Электрическая контактная сварка. Сварка: холодная, взрывом, трением, ультразвуковая и др. Схемы процессов, оборудование, назначение. Пайка металлов и сплавов, способы, флюсы, припои. Сварка и склеивание пластмасс и др. материалов.</p> | ОПК-1.1.1, ОПК-1.2.1, ОПК-1.3.1 |
| 14 | Обработка резанием, как технологический метод обработки деталей машин | <p>Общие сведения. Виды обработки резанием. Технологическая система механической обработки.</p> <p>Виды режущего инструмента и инструментальные материалы к нему.</p> <p>Металлорежущие станки.</p> | |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|----------|---------------------------------------|--|---|
| | | | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | Классификация станков. Станки с числовым программным управлением. Точение, фрезерование, абразивная обработка. Кинематика резания. Процесс стружкообразования. Наростообразование при резании. Трение и износ инструмента. Стойкость инструмента. Физико-химический механизм процесса резания. Качество обработанной поверхности, их показатели. Энергозатраты на резание. Система сил при резании, крутящий момент, мощность. | |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
|----------|---|----|----|----|-----|
| 1 | Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов | 4 | - | 4 | - |
| 2 | Кристаллизация металлов и сплавов. Теория сплавов | 6 | 2 | 6 | 2 |
| 3 | Железоуглеродистые сплавы | 6 | 2 | 6 | - |
| 4 | Углеродистые стали | 6 | 2 | 6 | 16 |
| 5 | Чугуны | 6 | - | 6 | 12 |
| 6 | Теория термической обработки | 6 | 2 | 6 | 2 |
| 7 | Технология термообработки | 6 | 2 | 6 | - |
| 8 | Легированные стали | 6 | - | 6 | 4 |
| 9 | Поверхностное упрочнение стали | 6 | 2 | 6 | 2 |
| 10 | Цветные металлы и сплавы на их основе | 6 | - | 6 | 4 |
| 11 | Производство черных и цветных металлов | 6 | - | 6 | 4 |
| 12 | Способы получения заготовок | 6 | 2 | 6 | 2 |
| 13 | Производство неразъемных соединений | 6 | 2 | 6 | 4 |
| 14 | Обработка резанием, как технологический метод обработки деталей машин | 4 | - | 4 | 4 |
| Итого | | 80 | 16 | 80 | 56 |

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата по дисциплине

8.1 Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данному направлению подготовки и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

- помещения для проведения лабораторных работ (ауд. 4-212, 4-214), укомплектованных специальной учебно-лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ, соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

- помещение для проведения лекционных (ауд. 4-208), укомплектованное специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, подвижной маркерной доской,читывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

- помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 4-212, 4-214), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

- помещения для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 4-212, 4-214), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

- помещения для самостоятельной работы (ауд. 4-212, 4-214), соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам.

8.2 При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- технические средства (персональные компьютеры, интерактивная доска);
- методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с расписанием занятий.

8.3 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Арзамасов В.Б. Материаловедение [Текст]: учеб. / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепахин. - М.: Экзамен, 2009. - 350 с.: ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-377-01772-1.
2. Гуляев А.П. Металловедение [Текст]: учеб. / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Альянс, 2011. - 643 с.: цв.ил. - ISBN 978-5-903034-98-7.
3. Материаловедение [Текст]: учебник для вузов / А.А. Воробьев [и др.]. - Москва: Аргамак-Медиа: Инфра-М, 2014. - 304 с.: рис., табл. - (Высшая школа). - ISBN 978-5-00024-013-7. - ISBN 978-5-16-009602-5.
4. Солнцев, Ю.П. Материаловедение [Текст]: учеб. для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин; ред. Ю.П. Солнцев. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб: Химиздат, 2007. - 784 с.: ил. - ISBN 5-93808-131-9.
5. Арзамасов В.Б. Материаловедение и ТКМ [Текст]: учеб. / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепахин - М.: Академия, 2007. - 446 с. ил. - ISBN 978-5-7695-4186-5.
6. Материаловедение [Текст]: учебное пособие к лабораторным работам. Часть 1 / Д.А. Жуков, Д.П. Кононов, Н.Ю. Шадрина, А.А. Соболев. - СПб.: ПГУПС, 2011. - 74 с.

8.4 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

1. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения [Текст] / Г. Готтштайн; пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина; под ред. В.П. Зломанова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-94774-769-0.
2. Журавлев В. Н. Машиностроительные стали [Текст]: справочник / В.Н. Журавлев, О.И. Николаева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 480 с. - ISBN 5-217-01306-0.
3. Курдюмов А.В. и др. Производство отливок и сплавов цветных металлов [Текст]: М.: МИСиС. 1996. 504 с. ISBN: 5-87623-019-7
4. Международный транслятор современных сталей и сплавов: Россия. США. Европейские страны. Япония [Текст]: справочное издание / Под ред. Вс. Кершенбаума. - М.: [б.и.], 1992 - 1995.
Т.1 / Авт. кол. В. М. Белявская, М. С. Блантер, В. Я. Кершенбаум и др.; Союз научных и инженерных объединений, Центр Наука и Техника, Russian-American Enterprise, Shape. - 1992. - 1102 с. + 2 л. - (Международная инженерная энциклопедия).
5. Паршин А.М. Радиационная повреждаемость и работоспособность конструкционных материалов [Текст]: Под редакцией Паршина А.М. и Платонова П.А. СПб: Политехника. 1997. - ISBN 5-7325-0426-5.
6. Стерин И.С. Машиностроительные материалы. Основы металловедения и термической обработки [Текст] / И.С. Стерин. - СПб: Политехника, 2003. -344 с. - ISBN 5-7325-0636-5.
7. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. Учебник для высших технических учебных заведений. - М., изд-во «Альянс», 2011. 528 с.
8. Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп./ Н. Н. Воронин [и др.]; ред. Н. Н. Воронин. - М.: Маршрут, 2004. - 454 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-89035-127-3.
9. Технология конструкционных материалов: учеб/ А. М. Дальский [и др.]; ред. А. М. Дальский. [Текст] - 5-е изд., испр. - М.: Машиностроение, 2004. - 511 с. - (Для вузов). - ISBN 5-217-03198-0.
10. Технология конструкционных материалов [Текст]: учеб. пособие/ А. Г. Алексеев [и др.]; ред.: М. А. Шатерин. - СПб: Политехника, 2005. - 596 с.: ил. - (Учебное пособие для вузов). - ISBN 5-7325-0734-5.

8.5 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

2. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

8.6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. Богодухов С.И., Синюхин А.В., Козик Е.С. Курс материаловедения в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: 3-е изд., испр. и доп. - М.: «Машиностроение», 2010. – 352 с. – ISBN 978-5-94275-530-0. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/718/>

3. Галимов Э.Р., Тарасенко Л.В., Унчикова М.В., Абдуллин А.Л. Материаловедение для транспортного машиностроения [Электронный ресурс]: - СПб: «Лань», 2013. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1527-4. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/30195/>

4. Зарембо Е.Г. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие. – М.: «УМЦ ЖДТ», 2009. – 49 с. – ISBN 975-5-9994-0047-5. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/35789/>

5. Алексеев Г.В., Бриденко И.И., Вологжанина С.А. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» [Электронный ресурс]: - СПб: «Лань», 2013. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-1516-8. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/47615/>

6. Воронин Н.Н., Зарембо Е.Г. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]. учебн. илл. пособие для вузов, техникумов и колледжей и для профессиональной подготовки работников железнодорожного транспорта. М.: изд-во: «УМЦ ЖДТ», 2013. – 72 с. - ISBN 978-5-89035-633-8. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/>

7. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. [Электронный ресурс]: - М.: «Машиностроение», 2011. – 336 с. - ISBN 978-5-94275-557-7. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/>

8.7 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины другие издания не используются.

Разработчик программы,
доцент
16 января 2025 г.

А.А. Соболев