

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

*Н. В. Лобов* Н. В. Лобов

«29» 04 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Дисциплина:** Методы контроля и анализа веществ

(наименование)

**Форма обучения:** очная/очно-заочная/заочная

(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)

(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.03.02 Металлургия

(код и наименование направления)

**Направленность:** Обработка металлов и сплавов давлением

(наименование образовательной программы)

Разработчик  
канд.техн.наук, доцент

С. А. Белова

Доцент с обязанностями  
зав.кафедрой ТД,  
канд.техн.наук

Т.О. Сошина

Согласовано

Начальник управления  
образовательных программ,  
канд.техн.наук, доцент

Д.С. Репецкий

Начальник учебно-методического отдела  
ЛФ ПНИПУ

Т.В. Пашкина

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области выбора и применения основных методов контроля и анализа веществ на соответствие требованиям нормативно-технической документации для выполнения научно-исследовательских работ.

Задачи дисциплины сводятся к:

- изучению теоретических основ методов контроля и анализа материалов и металлопродукции неразрушающими и разрушающими способами;
- изучение методик и оборудования для проведения контроля и анализа металлопродукции;
- формирование умений выбора оптимальных методов контроля и анализа для проведения оценки качества материалов и металлопродукции на соответствие требованиям нормативно-технической документации.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы контроля и анализа веществ;
- государственные стандарты и нормативные документы по методам контроля и анализа веществ;
- различные виды дефектов металла;
- контрольно-измерительные материалы.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                          | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                                                                             | Средства оценки                                               |
|-------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ПК-2.2      | ИД-1 ПК-2.2       | Знать:<br>– строение металлов и сплавов, методы оценки структуры и свойств металлов и сплавов. | Знает:<br>– кристаллическое строение металлов и сплавов;<br>– закономерности формирования структуры и свойств металлических материалов;<br>– методы оценки структуры и свойств металлов и сплавов. | Теоретический опрос, собеседование, контрольная работа, зачет |

|        |             |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                    |
|--------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|        | ИД-2 ПК-2.2 | Уметь:<br>– проводить подготовку образцов для оценки химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов.                                                                                                 | Умеет:<br>– проводить подготовку образцов для оценки химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов.                                                                                                                                                                      | Контрольная работа, Отчёт по практическому занятию |
|        | ИД-3 ПК-2.2 | Владеть навыками:<br>– оценки структуры и свойств металлов и сплавов.                                                                                                                                             | Владеет навыками:<br>– оценки структуры и свойств металлов и сплавов.                                                                                                                                                                                                                  | Отчёт по практическому занятию                     |
| ПК-2.6 | ИД-1 ПК-2.6 | Знать:<br>– нормативные и методические документы, регламентирующие работы по контролю качества металлических материалов;<br>– особенности пробоподготовки для различных видов контроля.                           | Знает:<br>– номенклатуру материалов, используемых на производстве;<br>– нормативные и методические документы, регламентирующие работы по контролю качества продукции, получаемой методами обработки металлов давлением;<br>– особенности пробоподготовки для различных видов контроля. | Теоретический опрос, контрольная работа, зачет     |
|        | ИД-2 ПК-2.6 | Уметь:<br>– проводить подготовку объектов исследования; оценивать основные показатели качества заготовок и изделий.                                                                                               | Умеет<br>– проводить подготовку объектов исследования; оценивать основные показатели качества изделий                                                                                                                                                                                  | Контрольная работа, Отчёт по практическому занятию |
|        | ИД-3 ПК-2.6 | Владеть навыками:<br>– выбора методов и образцов для осуществления контроля;<br>– выбора способов подготовки образцов для исследований;<br>– количественной оценки контролируемых показателей свойств материалов. | Владеет навыками:<br>– выбора методов и образцов для осуществления контроля;<br>– выбора способов подготовки образцов для исследований;<br>– количественной оценки контролируемых показателей свойств материалов.                                                                      | Отчёт по практическому занятию                     |

### 3. Объем и виды учебной работы очная форма обучения

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 6                                  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: |             |                                    |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 | 42          | 42                                 |
| - лекции (Л)                                                                               | 14          | 14                                 |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 |             |                                    |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 26          | 26                                 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 66          | 66                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    |             |                                    |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |
| Зачет                                                                                      | +           | +                                  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 108         | 108                                |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                              | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |          | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                     | Л                                         | ЛР       | ПЗ       | СРС                                          |
| 6-й семестр                                                                                                                         |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 1. Дефекты металлопродукции</b>                                                                                           | <b>2</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>4</b>                                     |
| Введение. Задачи, решаемые с применением методов неразрушающего контроля и требования к ним.<br>Тема 1. Дефекты и их классификация. |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 2. Методы неразрушающего контроля</b>                                                                                     | <b>4</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>17</b>                                    |
| Тема 2. Визуально-оптический контроль.                                                                                              |                                           |          |          |                                              |
| Тема 3. Методы капиллярной дефектоскопии.                                                                                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 4. Магнитные методы контроля.                                                                                                  |                                           |          |          |                                              |
| Тема 5. Вихретоковый контроль.                                                                                                      |                                           |          |          |                                              |
| Тема 6. Контроль изделий просвечиванием ионизирующими излучениями.                                                                  |                                           |          |          |                                              |
| Тема 7. Акустический контроль.                                                                                                      |                                           |          |          |                                              |
| Тема 8. Сопоставление видов неразрушающего контроля.                                                                                |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 3. Методы анализа химического состава металлопродукции</b>                                                                | <b>2</b>                                  | <b>0</b> | <b>6</b> | <b>9</b>                                     |
| Тема 9. Химические методы.                                                                                                          |                                           |          |          |                                              |
| Тема 10. Физико-химические методы.                                                                                                  |                                           |          |          |                                              |
| Тема 11. Физические методы.                                                                                                         |                                           |          |          |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |           | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|-----------|----------------------------------------------|
|                                                                                | 1                                         | 0        | 8         |                                              |
| <b>Раздел 4. Металлографический анализ металлопродукции</b>                    |                                           |          |           | <b>9</b>                                     |
| Тема 12. Анализ макроструктуры.                                                |                                           |          |           |                                              |
| Тема 13. Анализ микроструктуры.                                                |                                           |          |           |                                              |
| Тема 14. Анализ неметаллических включений.                                     |                                           |          |           |                                              |
| <b>Раздел 5. Методы механических испытаний металлов</b>                        | <b>2</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>21</b>                                    |
| Тема 15. Методы измерения твёрдости.                                           |                                           |          |           |                                              |
| Тема 16. Методы испытаний на растяжение.                                       |                                           |          |           |                                              |
| Тема 17. Методы испытаний на ударный изгиб.                                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 18. Методы испытаний на усталость.                                        |                                           |          |           |                                              |
| Тема 19. Специальные методы испытания механических свойств.                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 20. Методы определения внутренних напряжений.                             |                                           |          |           |                                              |
| Тема 21. Хрупкость материалов.                                                 |                                           |          |           |                                              |
| <b>Раздел 6. Методы определения технологических свойств металлов и сплавов</b> | <b>3</b>                                  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>6</b>                                     |
| Тема 22. Литейные свойства.                                                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 23. Обрабатываемость давлением.                                           |                                           |          |           |                                              |
| Тема 24. Свариваемость.                                                        |                                           |          |           |                                              |
| ИТОГО по 6-му семестру                                                         | <b>14</b>                                 | <b>0</b> | <b>26</b> | <b>66</b>                                    |
| ИТОГО по дисциплине                                                            | <b>14</b>                                 | <b>0</b> | <b>26</b> | <b>66</b>                                    |

#### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Физические методы неразрушающего контроля материалов и металлопродукции с выполнением практического задания по определению дефектов, имеющих выход на поверхность, методом цветной дефектоскопии |
| 2      | Расчет гравиметрического фактора и результатов гравиметрического анализа материалов                                                                                                              |
| 3      | Определение содержания меди в сплаве медно-цинковом (латуни) методом окислительно-восстановительного титрования                                                                                  |
| 4      | Расчет титра раствора по определяемому компоненту и результатов титриметрического анализа материалов                                                                                             |
| 5      | Определение содержания кремния в сталях и чугунах фотометрическим методом                                                                                                                        |
| 6      | Методы исследования структуры металлических образцов                                                                                                                                             |
| 7      | Методы испытания механических свойств металлов                                                                                                                                                   |

## **5. Организационно-педагогические условия**

### **5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Проведение лекционных и практических занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, участвующие в обсуждении вопросов, предлагаемых преподавателем. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

### **5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                                                     | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                         | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.1. Твердость. Прочность. Пластичность: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2007. - 140 с.                       | 2                                         |
| 2                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.3. Вязкость. Разрушение: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2008. - 85 с.                                      | 4                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Механические свойства металлов: учеб.пособие для вузов / М.Л. Бернштейн, В.А. Заимовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1979. - 495 с.                                       | 14                                        |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Петрухин, О.М. Практикум по физико-химическим методам анализа / О.М. Петрухин – М.: ООО Альянс, 2006                                                                                                          | 1                                         |
| 2                                                                         | Геллер, Ю.А. Материаловедение (методы анализа, лабораторные работы и задачи). Учебное пособие для вузов/ Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. Под ред. А.Г. Разштадт.5-е изд., доп. и перераб. – М., Металлургия, 1984 | 6                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Т.1 Методы испытаний и исследования/Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983                                                                                         | 5                                         |
| 4                                                                         | Алесковский, В.Б. Физико-химические методы анализа: практическое руководство, 2-е изд., перераб. и доп. / В.Б. Алесковский – Л: Химия, 1971                                                                   | 1                                         |
| <b>2.2. Периодические издания</b>                                         |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.                 |                                           |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы        | Наименование разработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ссылка на информационный ресурс                                                               | Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Основная              | Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова [и др.] ; под редакцией Т. А. Орелкиной. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 214 с.                                                                                     | <a href="https://www.iprb-bookshop.ru/84234.html">https://www.iprb-bookshop.ru/84234.html</a> | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Основная              | Инструментальные методы анализа и контроля материалов и процессов : учебное пособие / В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, А. В. Карпинский, О. М. Заславская. — Челябинск :ЮУрГУ, 2018. — 85 с.                                                                                                                                                | <a href="https://e.lanbook.com/book/146036">https://e.lanbook.com/book/146036</a>             | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Методы и автоматизированные системы аналитического контроля технологических процессов и окружающей среды: учеб.пособие. Ч. 1. Методы и автоматизированные системы промышленного аналитического экологического контроля [электронный ресурс]/ А.Г. Шумихин, И.А. Вялых. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та, 2012. - 179 с. | <a href="https://elib.pstu.ru/docview/560">https://elib.pstu.ru/docview/560</a>               | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Рентгеноструктурный анализ веществ: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон.версия учебного пособия.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.                                                              | <a href="http://www.iprb-bookshop.ru/22926html">http://www.iprb-bookshop.ru/22926html</a> ,   | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Периодические издания | Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2021 гг.                                                                                                                                                                                                                        | <a href="http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/</a>       | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО                                       | Наименование ПО                                                  |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Операционные системы /<br>Офисные приложения | ОС Windows 7 (Подписка Azure Tools for Teaching)                 |
|                                              | Программный комплекс – Microsoft Office (Академическая лицензия) |

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование БД                                                                            | Ссылка на информационный ресурс                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университет | <a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>               |
| Электронно-библиотечная система Лань                                                       | <a href="http://e.lanbook.ru/">http://e.lanbook.ru/</a>             |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks                                                   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс                                                | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>   |

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий                  | Наименование необходимого основного оборудования | Количество единиц |
|------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|
| Лекции, практические занятия | Доска аудиторная для написания мелом             | 1                 |
|                              | Рабочие места по количеству обучающихся          | 42                |
|                              | Персональный компьютер                           | 1                 |
|                              | Мультимедиа проектор                             | 1                 |
|                              | Экран настенный                                  | 1                 |
| Практические занятия         | Аквадистилятор ДЭ-4-2                            | 1                 |
|                              | Весы ЕК-1200 G                                   | 1                 |
|                              | Комп.-лаб. "Пчелка-У"                            | 1                 |
|                              | Модуль "Термостат"                               | 1                 |
|                              | Модуль "Универсальный контролер"                 | 1                 |
|                              | Модуль "Электрохимия"                            | 1                 |
|                              | рН-Метр-Мильвольтметр рН                         | 1                 |
|                              | Стеклянный электрод                              | 1                 |
|                              | Сушильный шкаф ШС -0,25-20                       | 1                 |
|                              | Фотоколориметр КФК-3                             | 1                 |
|                              | Шкаф для хранения химических реактивов           | 1                 |
|                              | Весы Vibra HTR-220 CE                            | 1                 |
|                              | рН- метр 410 (комб электрод)                     | 1                 |
|                              | рН-150МИ (комплект)                              | 1                 |
|                              | Вытяжные шкафы                                   | 1                 |
|                              | Модуль "Термический анализ"                      | 1                 |
|                              | Штатив Бунзена                                   | 1                 |
|                              | лампа Чижевского – 2 шт.                         | 2                 |
|                              | Штатив ШЛ-98                                     | 1                 |

#### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

## Приложение 1

### 3. Объем и виды учебной работы очно-заочная форма обучения

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 9                                  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: |             |                                    |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 | 27          | 27                                 |
| - лекции (Л)                                                                               | 9           | 9                                  |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 |             |                                    |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 16          | 16                                 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 81          | 81                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    |             |                                    |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |
| Зачет                                                                                      | +           | +                                  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 108         | 108                                |

### 4. Содержание дисциплины очно-заочная форма обучения

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |          | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------|
|                                                                                              | Л                                         | ЛР       | ПЗ       | СРС                                          |
| 9-й семестр                                                                                  |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 1. Дефекты металлопродукции</b>                                                    | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>6</b>                                     |
| Введение. Задачи, решаемые с применением методов неразрушающего контроля и требования к ним. |                                           |          |          |                                              |
| Тема 1. Дефекты и их классификация.                                                          |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 2. Методы неразрушающего контроля</b>                                              | <b>3</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>22</b>                                    |
| Тема 2. Визуально-оптический контроль.                                                       |                                           |          |          |                                              |
| Тема 3. Методы капиллярной дефектоскопии.                                                    |                                           |          |          |                                              |
| Тема 4. Магнитные методы контроля.                                                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 5. Вихретоковый контроль.                                                               |                                           |          |          |                                              |
| Тема 6. Контроль изделий просвечиванием ионизирующими излучениями.                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 7. Акустический контроль.                                                               |                                           |          |          |                                              |
| Тема 8. Сопоставление видов неразрушающего контроля.                                         |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 3. Методы анализа химического состава металлопродукции</b>                         | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>12</b>                                    |
| Тема 9. Химические методы.                                                                   |                                           |          |          |                                              |
| Тема 10. Физико-химические методы.                                                           |                                           |          |          |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |           | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|-----------|----------------------------------------------|
| Тема 11. Физические методы.                                                    |                                           |          |           |                                              |
| <b>Раздел 4. Металлографический анализ металлопродукции</b>                    | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>11</b>                                    |
| Тема 12. Анализ макроструктуры.                                                |                                           |          |           |                                              |
| Тема 13. Анализ микроструктуры.                                                |                                           |          |           |                                              |
| Тема 14. Анализ неметаллических включений.                                     |                                           |          |           |                                              |
| <b>Раздел 5. Методы механических испытаний металлов</b>                        | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>22</b>                                    |
| Тема 15. Методы измерения твёрдости.                                           |                                           |          |           |                                              |
| Тема 16. Методы испытаний на растяжение.                                       |                                           |          |           |                                              |
| Тема 17. Методы испытаний на ударный изгиб.                                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 18. Методы испытаний на усталость.                                        |                                           |          |           |                                              |
| Тема 19. Специальные методы испытания механических свойств.                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 20. Методы определения внутренних напряжений.                             |                                           |          |           |                                              |
| Тема 21. Хрупкость материалов.                                                 |                                           |          |           |                                              |
| <b>Раздел 6. Методы определения технологических свойств металлов и сплавов</b> | <b>2</b>                                  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>8</b>                                     |
| Тема 22. Литейные свойства.                                                    |                                           |          |           |                                              |
| Тема 23. Обрабатываемость давлением.                                           |                                           |          |           |                                              |
| Тема 24. Свариваемость.                                                        |                                           |          |           |                                              |
| ИТОГО по 9-му семестру                                                         | <b>9</b>                                  | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>81</b>                                    |
| ИТОГО по дисциплине                                                            | <b>9</b>                                  | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>81</b>                                    |

Тематика примерных практических занятий (очно-заочная форма обучения)

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Физические методы неразрушающего контроля материалов и металлопродукции с выполнением практического задания по определению дефектов, имеющих выход на поверхность, методом цветной дефектоскопии |
| 2      | Расчет гравиметрического фактора и результатов гравиметрического анализа материалов                                                                                                              |
| 3      | Определение содержания меди в сплаве медно-цинковом (латуни) методом окислительно-восстановительного титрования                                                                                  |
| 4      | Расчет титра раствора по определяемому компоненту и результатов титриметрического анализа материалов                                                                                             |
| 5      | Определение содержания кремния в сталях и чугунах фотометрическим методом                                                                                                                        |

## Приложение 2

### 3. Объем и виды учебной работы заочная форма обучения

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 9                                  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: |             |                                    |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 | 14          | 14                                 |
| - лекции (Л)                                                                               | 6           | 6                                  |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 |             |                                    |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 6           | 6                                  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       | +           | +                                  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 90          | 90                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    |             |                                    |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |
| Зачет                                                                                      | 4           | 4                                  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 108         | 108                                |

### 4. Содержание дисциплины заочная форма обучения

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |          | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------|
|                                                                                              | Л                                         | ЛР       | ПЗ       | СРС                                          |
| 9-й семестр                                                                                  |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 1. Дефекты металлопродукции</b>                                                    | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>6</b>                                     |
| Введение. Задачи, решаемые с применением методов неразрушающего контроля и требования к ним. |                                           |          |          |                                              |
| Тема 1. Дефекты и их классификация.                                                          |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 2. Методы неразрушающего контроля</b>                                              | <b>2</b>                                  | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>20</b>                                    |
| Тема 2. Визуально-оптический контроль.                                                       |                                           |          |          |                                              |
| Тема 3. Методы капиллярной дефектоскопии.                                                    |                                           |          |          |                                              |
| Тема 4. Магнитные методы контроля.                                                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 5. Вихретоковый контроль.                                                               |                                           |          |          |                                              |
| Тема 6. Контроль изделий просвечиванием ионизирующими излучениями.                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 7. Акустический контроль.                                                               |                                           |          |          |                                              |
| Тема 8. Сопоставление видов неразрушающего контроля.                                         |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 3. Методы анализа химического состава металлопродукции</b>                         | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>16</b>                                    |
| Тема 9. Химические методы.                                                                   |                                           |          |          |                                              |
| Тема 10. Физико-химические методы.                                                           |                                           |          |          |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |          |          | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------|
| Тема 11. Физические методы.                                                    |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 4. Металлографический анализ металлопродукции</b>                    | <b>0,5</b>                                | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>16</b>                                    |
| Тема 12. Анализ макроструктуры.                                                |                                           |          |          |                                              |
| Тема 13. Анализ микроструктуры.                                                |                                           |          |          |                                              |
| Тема 14. Анализ неметаллических включений.                                     |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 5. Методы механических испытаний металлов</b>                        | <b>1</b>                                  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>22</b>                                    |
| Тема 15. Методы измерения твёрдости.                                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 16. Методы испытаний на растяжение.                                       |                                           |          |          |                                              |
| Тема 17. Методы испытаний на ударный изгиб.                                    |                                           |          |          |                                              |
| Тема 18. Методы испытаний на усталость.                                        |                                           |          |          |                                              |
| Тема 19. Специальные методы испытания механических свойств.                    |                                           |          |          |                                              |
| Тема 20. Методы определения внутренних напряжений.                             |                                           |          |          |                                              |
| Тема 21. Хрупкость материалов.                                                 |                                           |          |          |                                              |
| <b>Раздел 6. Методы определения технологических свойств металлов и сплавов</b> | <b>0,5</b>                                | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>10</b>                                    |
| Тема 22. Литейные свойства.                                                    |                                           |          |          |                                              |
| Тема 23. Обрабатываемость давлением.                                           |                                           |          |          |                                              |
| Тема 24. Свариваемость.                                                        |                                           |          |          |                                              |
| ИТОГО по 9-му семестру                                                         | <b>6</b>                                  | <b>0</b> | <b>6</b> | <b>90</b>                                    |
| ИТОГО по дисциплине                                                            | <b>6</b>                                  | <b>0</b> | <b>6</b> | <b>90</b>                                    |

#### Тематика примерных практических занятий (заочная форма обучения)

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Физические методы неразрушающего контроля материалов и металлопродукции с выполнением практического задания по определению дефектов, имеющих выход на поверхность, методом цветной дефектоскопии |
| 2      | Определение содержания меди в сплаве медно-цинковом (латуни) методом окислительно-восстановительного титрования                                                                                  |

# Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменений                                                                                                                                                                                                      | Дата, номер протокола заседания кафедры.<br>Подпись заведующего кафедрой                   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2022-2023 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2021» изложить в следующей редакции «Лысьва 2022»                                          | <p>«27» 06 2022 г., протокол № 39</p> <p>Доцент с и.о. зав. каф. ТД</p> <p>Т.О. Сошина</p> |
| 2      | Пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 3)</b>    |                                                                                            |
| 3      | Пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 3)</b> |                                                                                            |

## Приложение 3

### 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Методы контроля и анализа веществ

#### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                                                     | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                         | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.1. Твердость. Прочность. Пластичность: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2007. - 140 с.                       | 2                                         |
| 2                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.3. Вязкость. Разрушение: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2008. - 85 с.                                      | 4                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Механические свойства металлов: учеб.пособие для вузов / М.Л. Бернштейн, В.А. Заимовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1979. - 495 с.                                       | 14                                        |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Петрухин, О.М. Практикум по физико-химическим методам анализа / О.М. Петрухин – М.: ООО Альянс, 2006                                                                                                          | 1                                         |
| 2                                                                         | Геллер, Ю.А. Материаловедение (методы анализа, лабораторные работы и задачи). Учебное пособие для вузов/ Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. Под ред. А.Г. Разштадт.5-е изд., доп. и перераб. – М., Металлургия, 1984 | 6                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Т.1 Методы испытаний и исследования/Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983                                                                                         | 5                                         |
| 4                                                                         | Алесковский, В.Б. Физико-химические методы анализа: практическое руководство, 2-е изд., перераб. и доп. / В.Б. Алесковский – Л: Химия, 1971                                                                   | 1                                         |
| <b>2.2. Периодические издания</b>                                         |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.                 |                                           |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы        | Наименование разработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ссылка на информационный ресурс                                                           | Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Основная              | Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова [и др.] ; под редакцией Т. А. Орелкиной. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 214 с.                                                                                     | <a href="https://www.iprbookshop.ru/84234.html">https://www.iprbookshop.ru/84234.html</a> | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Основная              | Инструментальные методы анализа и контроля материалов и процессов : учебное пособие / В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, А. В. Карпинский, О. М. Заславская. — Челябинск :ЮУрГУ, 2018. — 85 с.                                                                                                                                                | <a href="https://e.lanbook.com/book/146036">https://e.lanbook.com/book/146036</a>         | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Методы и автоматизированные системы аналитического контроля технологических процессов и окружающей среды: учеб.пособие. Ч. 1. Методы и автоматизированные системы промышленного аналитического экологического контроля [электронный ресурс]/ А.Г. Шумихин, И.А. Вялых. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та, 2012. - 179 с. | <a href="https://elibrary.pstu.ru/docview/560">https://elibrary.pstu.ru/docview/560</a>   | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Рентгеноструктурный анализ веществ: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон.версия учебного пособия.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.                                                              | <a href="https://www.iprbookshop.ru/22926.html">https://www.iprbookshop.ru/22926.html</a> | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Периодическое издание | Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение [Текст]:                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <a href="http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/</a>   | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |

|  |                                                                  |  |          |
|--|------------------------------------------------------------------|--|----------|
|  | научный рецензируемый<br>журнал. Архив номеров 2010-<br>2022 гг. |  | <i>й</i> |
|--|------------------------------------------------------------------|--|----------|

### Лист регистрации изменений

| №<br>п.п. | Содержание изменений                                                                                                                                                                                                      | Дата, номер протокола заседания<br>кафедры.<br>Подпись заведующего кафедрой                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2023-2024 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2022» изложить в следующей редакции <b>«Лысьва 2023»</b>                                   | <p style="text-align: center;">«26» июня 2023 г., протокол № 40</p> <p style="text-align: center;">Доцент с и.о. зав. каф. ТД</p> <p style="text-align: center;">  Т.О. Сошина         </p> |
| 2         | Пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 4)</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3         | Пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 4)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## Приложение 4

### 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Методы контроля и анализа веществ

#### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                                                                     | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                                                                         | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.1. Твердость. Прочность. Пластичность: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2007. - 140 с.                       | 2                                         |
| 2                                                                         | Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов. Ч.3. Вязкость. Разрушение: лабораторный практикум: учеб.пособие для ВУЗов / М.Ю. Беломытцев. - М.: МИСиС, 2008. - 85 с.                                      | 4                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Механические свойства металлов: учеб.пособие для вузов / М.Л. Бернштейн, В.А. Заимовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1979. - 495 с.                                       | 14                                        |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
| 1                                                                         | Петрухин, О.М. Практикум по физико-химическим методам анализа / О.М. Петрухин – М.: ООО Альянс, 2006                                                                                                          | 1                                         |
| 2                                                                         | Геллер, Ю.А. Материаловедение (методы анализа, лабораторные работы и задачи). Учебное пособие для вузов/ Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. Под ред. А.Г. Разштадт.5-е изд., доп. и перераб. – М., Металлургия, 1984 | 6                                         |
| 3                                                                         | Бернштейн, М.Л. Т.1 Методы испытаний и исследования/Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. – М.: Металлургия, 1983                                                                                         | 5                                         |
| 4                                                                         | Алесковский, В.Б. Физико-химические методы анализа: практическое руководство, 2-е изд., перераб. и доп. / В.Б. Алесковский – Л: Химия, 1971                                                                   | 1                                         |
| <b>2.2. Периодические издания</b>                                         |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.                 |                                           |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                               |                                           |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                               |                                           |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы        | Наименование разработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ссылка на информационный ресурс                                                           | Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Основная              | Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова [и др.] ; под редакцией Т. А. Орелкиной. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 214 с.                                                                                     | <a href="https://www.iprbookshop.ru/84234.html">https://www.iprbookshop.ru/84234.html</a> | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Основная              | Инструментальные методы анализа и контроля материалов и процессов : учебное пособие / В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, А. В. Карпинский, О. М. Заславская. — Челябинск :ЮУрГУ, 2018. — 85 с.                                                                                                                                                | <a href="https://e.lanbook.com/book/146036">https://e.lanbook.com/book/146036</a>         | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Методы и автоматизированные системы аналитического контроля технологических процессов и окружающей среды: учеб.пособие. Ч. 1. Методы и автоматизированные системы промышленного аналитического экологического контроля [электронный ресурс]/ А.Г. Шумихин, И.А. Вялых. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та, 2012. - 179 с. | <a href="https://elibrary.pstu.ru/docview/560">https://elibrary.pstu.ru/docview/560</a>   | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Дополнительная        | Рентгеноструктурный анализ веществ: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон.версия учебного пособия.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с.— Режим доступа: по IP-адресам комп. сети ПНИПУ.                                                              | <a href="https://www.iprbookshop.ru/22926.html">https://www.iprbookshop.ru/22926.html</a> | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |
| Периодическое издание | Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение [Текст]:                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <a href="http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/</a>   | Сеть Интернет /авторизованный                                                       |

|  |                                                                  |  |          |
|--|------------------------------------------------------------------|--|----------|
|  | научный рецензируемый<br>журнал. Архив номеров 2010-<br>2023 гг. |  | <i>й</i> |
|--|------------------------------------------------------------------|--|----------|