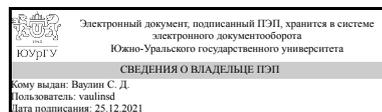


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.13.02 Современные конструкционные и инструментальные материалы

для направления 22.04.02 Metallургия

уровень Магистратура

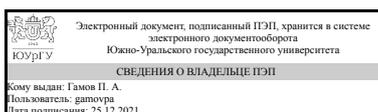
магистерская программа Искусственный интеллект в металлургии

форма обучения очная

кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

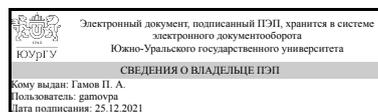
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

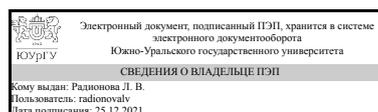
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



П. А. Гамов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



Л. В. Радионова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные конструкционные и инструментальные материалы» является изложение представлений о строении, свойствах и применении современных конструкционных и инструментальных материалов, методах управления комплексом свойств и принципах их выбора для практического применения в профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина изучается во 2 семестре. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 108 ч. Зачётных единиц 3. Контактная работа 40.5 ч. Вид итогового контроля - экзамен. Краткое содержание дисциплины: Применение современных конструкционных и инструментальных материалов и их выбор с учетом достижения необходимого комплекса свойств.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-4 Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции | Знает: современные конструкционные и инструментальные материалы<br>Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции<br>Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции   |
| ПК-5 Способен исследовать применение интеллектуальных систем для различных предметных областей                       | Знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения<br>Умеет: выбирать и комплексно применять методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора<br>Имеет практический опыт: применения инструментальных средств систем искусственного интеллекта в металловедении |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ  |
|--|--|
| Роль материаловедения в технологических процессах производства изделий,<br>Современные методы исследования материалов и процессов,<br>Моделирование металлургических процессов | Цифровые двойники в прокатном производстве,<br>Модифицирование поверхностей,<br>Экспертиза металлов и металлоизделий,<br>Специальные чугуны и стали,<br>Автоматизация прокатного производства,<br>Производственная практика, преддипломная практика (4 семестр), |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина   | Требования  |
|--|---|
| Современные методы исследования материалов и процессов                 | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали с учетом современных методов исследования Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений науки и практики, проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом современных достижений |
| Роль материаловедения в технологических процессах производства изделий | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции , проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений  |
| Моделирование металлургических процессов                               | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом теоретических и практических достижений, проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя моделирование металлургических процессов Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений  |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------|-------------|------------------------------------|
|--------------------|-------------|------------------------------------|

|  |      | Номер семестра |
|--|------|----------------|
|  |      | 2              |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 108  | 108            |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 32   | 32             |
| Лекции (Л)   | 16   | 16             |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16   | 16             |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0    | 0              |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 67,5 | 67,5           |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0    |                |
| Подготовка к экзамену  | 27,5 | 27,5           |
| Подготовка отчетов по практикам  | 40   | 40             |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5  | 8,5            |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -    | экзамен        |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Современные тенденции развития создания и применения конструкционных и инструментальных материалов.  | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Основные понятия в области создания микролегированных сталей. Актуальность производства микролегированных сталей (МЛС). Области применения. Из истории создания и применения МЛС. Классификация введения малых добавок легирующих элементов (ЛЭ). Основные концепции создания МЛС                  | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 3         | Теоретические основы упрочнения МЛС. Механизмы упрочнения низкоуглеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей  | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 4         | Основы технологии производства МЛС. Основные понятия в области технологии производства высокопрочных сталей. Термомеханическая обработка (ТМО). Контролируемая прокатка (КП). Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП с УО)   | 10  | 2 | 8  | 0  |
| 5         | Выбор микролегирующих элементов. Роль микролегирующих элементов (МЛЭ). Особенности МЛЭ. Формирование и растворение карбидов и нитридов МЛЭ в аустените.  | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 6         | Влияние МЛЭ на формирование структуры и свойств. Влияние МЛЭ на размер зерна аустенита и кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита. Особенности $\gamma$ - $\alpha$ превращения в МЛС. Дисперсионное упрочнение в МЛС   | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 7         | Основные группы МЛС. Микролегированные конструкционные высокопрочные трубные стали и стали для автомобилестроения. Микролегированная литая конструкционная сталь. Микролегированная инструментальная сталь   | 10  | 2 | 8  | 0  |
| 8         | Основные группы современных инструментальных материалов. Классификация современных инструментальных материалов. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Минералокерамика. Сверхтвердые материалы. Области применения. Особенности применения. Выбор инструментального материала или износостойкого | 2   | 2 | 0  | 0  |

|  |          |  |  |  |  |
|--|----------|--|--|--|--|
|  | покрытия |  |  |  |  |
|--|----------|--|--|--|--|

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Современные тенденции развития создания и применения конструкционных и инструментальных материалов  | 2            |
| 2        | 2         | Основные понятия в области создания микролегированных сталей. Актуальность производства микролегированных сталей (МЛС). Области применения. Из истории создания и применения МЛС. Классификация введения малых добавок легирующих элементов (ЛЭ). Основные концепции создания МЛС                           | 2            |
| 3        | 3         | Теоретические основы упрочнения МЛС. Механизмы упрочнения низкоуглеродистых сталей. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей   | 2            |
| 4        | 4         | Основы технологии производства МЛС. Основные понятия в области технологии производства высокопрочных сталей. Термомеханическая обработка (ТМО). Контролируемая прокатка (КП). Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП с УО)  | 2            |
| 5        | 5         | Выбор микролегирующих элементов (МЛЭ). Особенности МЛЭ. Формирование и растворение карбидов и нитридов МЛЭ в аустените  | 2            |
| 6        | 6         | Влияние МЛЭ на формирование структуры и свойств. Влияние МЛЭ на размер зерна аустенита и кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита. Особенности $\gamma$ - $\alpha$ превращения в МЛС. Дисперсионное упрочнение в МЛС  | 2            |
| 7        | 7         | Основные группы МЛС. Микролегированные конструкционные высокопрочные трубные стали и стали для автомобилестроения. Микролегированная литая конструкционная сталь. Микролегированная инструментальная сталь  | 2            |
| 8        | 8         | Основные группы современных инструментальных материалов. Классификация современных инструментальных материалов. Инструментальные стали. Твердые сплавы. Минералокерамика. Сверхтвердые материалы. Области применения. Особенности применения. Выбор инструментального материала или износостойкого покрытия | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1-2       | 4         | Лазерная сварка сверхнизкоуглеродистой микролегированной холоднокатаной полосы  | 4            |
| 3-4       | 4         | Лазерная сварка сверхнизкоуглеродистой микролегированной холоднокатаной полосы  | 4            |
| 5-6       | 7         | Влияние скорости охлаждения на структуру и микротвердость арматурной высокоуглеродистой арматурной стали, микролегированной бором | 4            |
| 7-8       | 7         | Влияние скорости охлаждения на структуру и микротвердость арматурной высокоуглеродистой арматурной стали, микролегированной бором | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                  |  |         |              |
|---------------------------------|--|---------|--------------|
| Подвид СРС                      | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену           | Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4864-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1</a> . – Загл. с экрана. Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы: Учебник. — 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 304 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1</a> . - Загл. с экрана. | 2       | 27,5         |
| Подготовка отчетов по практикам | Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4864-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1</a> . – Загл. с экрана. Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы: Учебник. — 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 304 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1</a> . - Загл. с экрана. | 2       | 40           |

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва- |
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|-----------|
|------|----------|--------------|-----------------------|-----|------------|---------------------------|-----------|

|   |   |                          |                         |   |    |  |              |
|---|---|--------------------------|-------------------------|---|----|--|--------------|
|   |   |                          | мероприятия             |   |    |  | ется в<br>ПА |
| 1 | 2 | Текущий контроль         | Устный опрос на занятии | 1 | 60 | На лекциях по 6 темам занятий проходит устный опрос. Каждому студенту задаётся по два вопроса по пройденному материалу. Правильный ответ- 5 баллов, Правильный ответ с небольшими ошибками - 4 балла, правильный ответ с грубыми ошибками - 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, нет ответа - 1 балл, нет студента - 0 баллов. Всего 6 опросов. Максимальное количество баллов - 80.   | экзамен      |
| 2 | 2 | Текущий контроль         | Письменная контрольная  | 1 | 20 | На практических занятиях проводят 2 письменные контрольные работы. Каждому студенту задаётся по два вопроса по пройденному материалу. Правильный ответ- 5 баллов, Правильный ответ с небольшими ошибками - 4 балла, правильный ответ с грубыми ошибками - 3 балла, неправильный ответ - 2 балла, нет ответа - 1 балл, нет студента - 0 баллов. Всего 2 контрольные работы. Максимальное количество баллов - 20.  | экзамен      |
| 3 | 2 | Промежуточная аттестация | Экзамен                 | 1 | 40 | Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 Максимальное количество баллов – 40. | экзамен      |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60%, то выставляется удовлетворительно, | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>если больше 75% - хорошо, больше 85% - отлично. Если баллов недостаточно проводится письменный опрос. Студент получает случайный билет с двумя вопросами.</p> <p>Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллам. Максимальное количество баллов – 40.</p> |  |
|--|---|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |
|-------------|--|------|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 |
| ПК-4        | Знает: современные конструкционные и инструментальные материалы  |      |   | + |
| ПК-4        | Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции  | +    | + | + |
| ПК-4        | Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции   |      |   | + |
| ПК-5        | Знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения | +    | + | + |
| ПК-5        | Умеет: выбирать и комплексно применять методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора   | +    | + | + |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: применения инструментальных средств систем искусственного интеллекта в металловедении   |      |   | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

## 1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|---------------------------|---|---|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4864-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/126707/#1</a> . – Загл. с экрана. |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Зубарев Ю. М. Современные инструментальные материалы: Учебник. — 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 304 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/595/#1</a> . - Загл. с экрана.  |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система Znanium.com       | Конструкционные стали и сплавы / Воробьева Г.А., Складнова Е.Е., Ерофеев В.К. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 440 с.: 60x90 1/16 ISBN – Режим доступа: <a href="https://znanium.com/read?id=187938">https://znanium.com/read?id=187938</a> . – Загл. с экрана.   |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Igor Pavlov-7-Zip (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий   |
|---------------------------------|---------|--|
| Самостоятельная работа студента | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Лекции                          | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Экзамен                         | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Практические                    | 115     | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с  |

|                    |     |  |
|--------------------|-----|--|
| занятия и семинары | (1) | доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
|--------------------|-----|--|