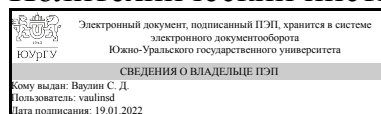


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



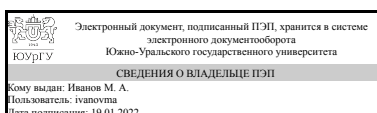
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.10.01 Металловедение и термическая обработка высокопрочных сталей и сварных соединений из них  
**для направления** 15.04.01 Машиностроение  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Цифровое проектирование и производство сварных конструкций из высокопрочных сталей  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Оборудование и технология сварочного производства

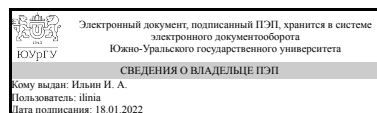
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

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



М. А. Иванов

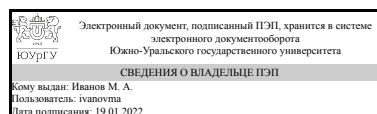
Разработчик программы,  
старший преподаватель



И. А. Ильин

СОГЛАСОВАНО

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



М. А. Иванов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является углубление и расширение знаний магистров направления «Цифровое проектирование и производство сварных конструкций из высокопрочных сталей» по термической обработке сварных соединений. Задачи изучения дисциплины: - установить особенности кристаллизации металла сварного шва и влияние термического цикла сварки на изменение структуры в зоне термического влияния; - рассмотреть технологические операции и приемы, используемые для улучшения структуры и свойств металла сварного соединения.

## Краткое содержание дисциплины

Курс "Металловедение и термическая обработка высокопрочных сталей и сварных соединений из них" направлен на расширенное изучение металлургических кристаллизационных процессов в сварном шве и зоне термического влияния, способов управления этими зонами в сфере термообработки для придания необходимых эксплуатационных свойств металла.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Организация, подготовка и контроль сварочного производства	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии сварочных работ Умеет: обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт: взаимодействия с научно-исследовательскими и проектными организациями по внедрению новых разработок и изобретений в области сварочного производства и разработка и реализация мероприятий по внедрению технологии и повышению качества и надежности сварных конструкций

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Прочность и долговечность сварных конструкций, Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов, Системы автоматизированного проектирования в сварке, Математические методы в инженерии, Разработка 3D-моделей сварных конструкций, Сварка специальных сталей и сплавов, Специальные методы сварки и пайки, Роботизация сборочно-сварочных операций, Механическая и геометрическая неоднородность	Не предусмотрены

сварных соединений, Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (2 семестр), Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (2 семестр), Производственная практика, научно-исследовательская работа (3 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	
---	--

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

Дисциплина	Требования
Разработка 3D-моделей сварных конструкций	Знает: методические документы по технической подготовке сварочного производства Умеет: анализировать техническую документацию на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: при проведении анализа технологичности сварных конструкций
Математические методы в инженерии	Знает: методы проведения исследований и расчетов в области совершенствования технологии сварочных работ Умеет: разрабатывать планы научно-исследовательских и экспериментальных работ по сварочному производству Имеет практический опыт: в проведение расчетов технологичности сварных конструкций (расчет режимов и тепловых процессов сварки)
Механическая и геометрическая неоднородность сварных соединений	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт: руководства исследовательскими и экспериментальными работами по совершенствованию методов и технологии выполнения сварочных работ
Специальные методы сварки и пайки	Знает: анализировать направления развития отечественной и зарубежной сварочной науки и техники Умеет: производить расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов Имеет практический опыт: в организации разработке и внедрении в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда,

	соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов
Системы автоматизированного проектирования в сварке	Знает: нормативные и методические документы по технической и технологической подготовке сварочного производства Умеет: производить анализ технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции)
Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов	Знает: технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт: в организации разработки и внедрения в производство новых сварочных материалов
Роботизация сборочно-сварочных операций	Знает: основы технологии производства продукции; организацию сварочных работ в отрасли и на предприятии Умеет: разрабатывать планы по технической и технологической подготовке сварочного производства Имеет практический опыт: в разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций
Сварка специальных сталей и сплавов	Знает: технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам Умеет: производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: в организации и проведении работ по сварочным материалам внедряемым в производство
Прочность и долговечность сварных конструкций	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии Умеет: определять необходимость аттестации (сертификации) сварочного персонала, материалов, оборудования и технологий Имеет практический опыт:
Производственная практика, научно-исследовательская работа (2 семестр)	Знает: методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии Умеет: Имеет практический опыт:
Производственная практика, научно-исследовательская работа (3 семестр)	Знает: методы проведения исследований и разработок в области организации сварочных работ Умеет: Имеет практический опыт:
Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр)	Знает: основы технологии производства продукции в организации Умеет: производить

	расчеты необходимой мощности производства, нормативов расхода материалов и энергоресурсов Имеет практический опыт: проведение анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции). Определение потребности организации в квалифицированных сварщиках и специалистах сварочного производства
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Знает: Умеет: обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству Имеет практический опыт:
Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (2 семестр)	Знает: организацию сварочных работ в отрасли и производственные мощности организации Умеет: производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям Имеет практический опыт: организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 48,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	59,5	59,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, хрестоматий и сборников документов	49,5	49,5
Подготовка к экзамену	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	2,5	2,5
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	Показатели атомного строения	6	2	4	0
2	Кристаллизация металла шва	4	2	2	0
3	Сплавы металлов	2	2	0	0
4	Микроструктура металла в зоне термического влияния	10	2	0	8
5	Термообработка сталей	4	0	4	0
6	Термическая обработка сварных соединений	22	4	14	4

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Показатели атомного строения, от которых зависит свариваемость. Типы связей между атомами.	1
2	1	Основные параметры, влияющие на свариваемость.	1
3	2	Значение полиморфного превращения для сварного шва. Хим. неоднородность сварного шва.	1
4	2	Хим. неоднородность сварного шва.	1
5	3	Пример неограниченной взаимной растворимости. Пример сплава металлов, имеющих неограниченную взаимную растворимость и образующих в твердом состоянии эвтектические смеси.	2
6	4	Микроструктура металла в ЗТВ. Микроструктура металла в ЗТВ при сварке закаливающихся сталей. Различные фазы сталей. Описание, характеристики. Макронапряжения. Микронапряжения.	2
7	6	Термическая обработка сварных соединений	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Типы кристаллических решеток металла. Показатели атомного строения, от которых зависит свариваемость. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации.	4
2	2	Образование центров кристаллизации. Распределение температур в различных сечениях жидкой ванны при мгновенном прекращении дуговой сварки. Виды закристаллизовавшейся сварочной ванны при сварке: тонкого, толстого металла, при сварке на охлаждающей подкладке, при многослойной сварке.	2
3	5	Термообработка сталей. Закалка, высокий отпуск. Нормализация, старение. Термомеханическая обработка, локальный нагрев	4
4	6	Отпуск для снятия микронапряжений. Способы снижения остаточных сварочных напряжений.	2
5	6	Термическая обработка сварных соединений аустенитных сталей, эксплуатирующихся в коррозионно-активных средах при повышенной температуре и нормальной температуре. Термическая обработка сварных	4

		соединений аустенитных сталей, эксплуатирующихся при отрицательных температурах.	
6	6	Термическая обработка сварных соединений аустенитных сталей, эксплуатирующихся как жаропрочные. Термическая обработка сварных соединений хромистых сталей.	4
7	6	Термическая обработка сварных соединений низкоуглеродистых сталей. Термическая обработка сварных соединений низколегированных сталей для строительных конструкций.	4

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Знакомство с лабораторным оборудованием. Работа с литературой по выбору травителей для выявления макро- и микроструктуры сварных соединений сталей ферритного, мартенситного и аустенитного классов, ознакомление с методикой травления шлифов для выявления структурных зон в наплавленном металле и ЗТВ.	4
2	4	Металлографический анализ макро- и микроструктуры сварных швов с выявлением наличия в них пор, шлаковых включений, непроваров, подрывов, трещин, выявлением зон структурной неоднородности в наплавленном металле и ЗТВ, дача заключения по результатам металлографического анализа. Исследование структурных изменений в шве и ЗТВ сталей перлитного, мартенситного, ферритного и аустенитного классов (15X1MФ, 15X5M, 08X17T, 0X18H10T).	4
3	6	Знакомство с программным комплексом SYSWELD. Средствами SYSWELD исследовать влияние подогрева при сварке хромистых сталей на качество шва, сравнить со структурой сварного соединения этой стали, полученного без подогрева, исследовать микроструктуру ЗТВ и написать заключение о необходимости термообработки	4

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение и конспектирование монографий, учебных пособий, хрестоматий и сборников документов	Зорин, Н.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением. / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 164 с. (Раздел 1-7/ ссылка на источник: <a href="http://e.lanbook.com/book/90859">http://e.lanbook.com/book/90859</a> )	4	49,5
Подготовка к экзамену	Зорин, Н.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением. / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 164 с. (Раздел 1-7/ ссылка на источник: <a href="http://e.lanbook.com/book/90859">http://e.lanbook.com/book/90859</a> )	4	10

### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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 мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
0	4	Бонус	Бонус	-	10	Для получения бонусных баллов, необходимо активно отвечать на вопросы во время проведения лекций, практических и лабораторных работ. За каждый правильный ответ студент получает 1 %. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Максимально возможная величина бонус-рейтинга +10 %.	экзамен
1	4	Текущий контроль	Практическая работа №1	1	5	Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
2	4	Промежуточная аттестация	экзамен	-	5	На экзамен выносятся вопросы по наиболее узловым темам дисциплины. Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 вопроса из типового перечня;  5 баллов - (1 балл - полно раскрыто содержание материала билета; 1 балл - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; 1 балл - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; 1 балл - продемонстрировано усвоение ранее	экзамен



						изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; 1 балл - ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов).	
3	4	Текущий контроль	Практическая работа №2	1	5	Студентом предоставляется оформленный отчет. Защита практической работы осуществляется индивидуально. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
4	4	Текущий контроль	Практическая работа №4	1	5	Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
5	4	Текущий контроль	Практическая работа №3	1	5	Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
6	4	Текущий контроль	Практическая работа №5	1	5	Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий	экзамен

						балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	
7	4	Текущий контроль	Практическая работа №7	1	5	Защита практической работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
9	4	Текущий контроль	Лабораторная работ №2	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балла - оформление работы соответствует требованиям – 1 балла - правильный ответ на один вопрос – 1 балла. Максимальное количество баллов – 5.	экзамен
10	4	Текущий контроль	Лабораторная работа №3	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.	экзамен





1. **Металловедение и термическая обработка высокопрочных сталей и сварных соединений из них**

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Смирнов, А.Н. <b>Металловедение сварки и дефекты металла</b> : учеб.пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2008. — 148 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/6676">http://e.lanbook.com/book/6676</a> — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Квагинидзе, В.С. <b>Технология металлов и сварка</b> . [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2004. — 566 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/3221">http://e.lanbook.com/book/3221</a> — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зорин, Н.Е. <b>Материаловедение сварки. Сварка плавлением</b> . [Электронный ресурс] / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 164 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90859">http://e.lanbook.com/book/90859</a> — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -SYSWELD, Visual-Weld, Weld Planner, Pam-Assembly(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	109(тк) (Т.к.)	Микроскопы типа МИМ-7, Комплекты микрошлифов, полировальный станок, раствор азотной кислоты, наждачная бумага, суконные полотна и др..
Лабораторные занятия	216а(тк) (Т.к.)	Компьютер с установленным программным комплексом SYSWELD
Лекции	109(тк) (Т.к.)	мультимедийный проектор