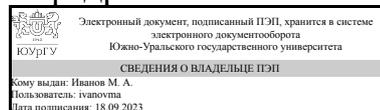


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.05 Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов:  
проектное обучение

**для направления** 15.04.01 Машиностроение

**уровень** Магистратура

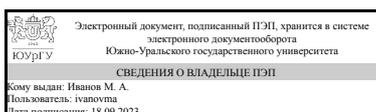
**магистерская программа** Цифровое проектирование и производство сварных конструкций из высокопрочных сталей

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Оборудование и технология сварочного производства

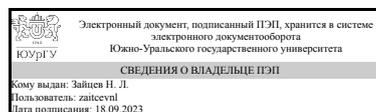
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

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



М. А. Иванов

Разработчик программы,  
к.техн.н., снс, доцент



Н. Л. Зайцев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины – дать студентам специальные теоретические знания и практические навыки в объёме достаточном для их успешной работы на промышленных предприятиях и в научно-производственных объединениях, занимающихся изготовлением сварных конструкций из высокопрочных сталей и сплавов различного назначения. Задачи изучения дисциплины: – получение необходимых знаний теоретических основ электрической дуговой сварки плавлением; - получение научно обоснованных представлений о видах основных дефектов сварки и причинах их образования; - получение научно обоснованных представлений о свариваемости различных металлов и сплавов: - получение необходимых знаний по выбору оптимальных способов сварки, сварочных материалов и оборудования для производства бездефектных сварных конструкций различного назначения из высокопрочных сталей и сплавов. – получение научно обоснованных представлений о видах основных дефектов сварки и причинах их образования; – получение научно обоснованных представлений о свариваемости металлов и сплавов; – получение необходимых знаний по выбору оптимальных способ сварки, сварочные материалов и оборудование для производства бездефектных сварных конструкций различного назначения.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Свариваемость высокопрочных сталей и сплавов» является продолжением дисциплин «Технология и оборудование сварки плавлением» и «Технология и оборудование сварки давлением», изучаемого студентами бакалавриата в восьмом семестре. Она более углублённо изучает закономерности распространения тепла в изделии, основанные на схемах точечных и линейных источниках тепла и расчеты по ним термических циклов и скоростей охлаждения металла ЗТВ и оценка с учетом этого свариваемости различных марок сталей, причины образования дефектов сварки, особенности технологии сварки изделий из высокопрочных сталей и сплавов.

## 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: 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

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Нет	Автоматизация сварочных процессов: проектное обучение, Физические процессы в металлах при сварке: проектное обучение, Термическая правка сварных конструкций: проектное обучение, Металловедение и термическая обработка высокопрочных сталей и сварных соединений из них: проектное обучение, Механическая и геометрическая неоднородность сварных соединений: проектное обучение, Специальные методы сварки и пайки: проектное обучение, Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение) (3 семестр), Производственная практика (преддипломная, проектное обучение) (4 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа, проектное обучение) (4 семестр)
-----	--

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

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., 72,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
Общая трудоёмкость дисциплины	324	180	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	16	16
Лекции (Л)	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	251,25	139,75	111,5
Разработка рефератов на заданную тему. (второй семестр)	91,5	0	91,5
Подготовка к экзамену.	20	0	20
Подготовка к зачету	20	20	0
Разработка рефератов на заданную тему	119,75	119,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	40,75	24,25	16,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Классификация и виды дефектов, возникающих при сварке различных сталей и сплавов (первый семестр)	2	0	2	0
2	Причины образования дефектов различного вида и меры по предупреждению их образования. (первый семестр)	2	0	2	0
3	Конструкционные материалы, применяемые для изготовления сварных конструкций и особенности их сварки. (первый семестр)	2	0	2	0
4	Некоторые сведения о свариваемости металлов и сплавов и методах её оценки. (первый семестр)	2	0	2	0
5	Свариваемость и критерии её оценки высокопрочных углеродистых сталей. (первый семестр)	2	0	2	0
6	Свариваемость и критерии её оценки высокопрочных низколегированных сталей. (первый семестр)	2	0	2	0
7	Свариваемость и критерии её оценки высокопрочных легированных сталей. (первый семестр)	2	0	2	0
8	Свариваемость и критерии её оценки высокопрочных дуплексных сталей. (первый семестр)	2	0	2	0
9	Основные положения (второй семестр)	8	0	8	0
10	Особенности сварки давлением (второй семестр)	8	0	8	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Подразделение трещин по происхождению: горячие и холодные трещины и их различие. Места расположения горячих и холодных трещин. Факторы определяющие развитие в сварных соединениях холодных и горячих трещин: растягивающие сварочные напряжения, химический состав металла шва, параметры режима сварки и форма сварочной ванны, размеры (величина) первичных кристаллитов	2
2	2	Причины образования пор в сварных соединениях. Неметаллические, сульфидные, фосфорсодержащие, нитридные, шлаковые, флюсовые включения. Флоконы, несплавления, утяжины, непровары, подрезы, наплывы, прожоги, непроваренные кратеры, неравномерность ширины шва, превышение проплава, брызги металла,. Причины образования перечисленных дефектов	2
3	3	Разновидности конструкционных металлов, применяемых для изготовления сварных конструкций (углеродистые высокопрочные стали, низколегированные высокопрочные стали, средне- и высоколегированные высокопрочные стали и сплавы, дуплексные стали). Особенности сварки перечисленных сталей и сплавов	2
4	4	Современные представления о свариваемости сталей и сплавов и методах её оценки	2

5	5	Технология сварки высокопрочных углеродистых сталей. Критерии и методы оценки свариваемости этих сталей. Особенности применения диаграмм изотермического распада аустенита применительно к оценке свариваемости	2
6	6	Особенности технологии сварки высокопрочных низколегированных сталей. Разновидности критериев и методов оценки свариваемости этих сталей	2
7	7	Особенности технологии сварки высокопрочных средне- и высоколегированных сталей. Критерии и методы оценки свариваемости этих сталей. Применение диаграмм состояния А. Шеффлера, Де Лонга, WRC 92 для оценки свариваемости этих сталей	2
8	8	Особенности строения и технологии сварки дуплексных сталей. Критерии и методы оценки свариваемости этих сталей	2
9	9	Классификация, виды и причины образования дефектов, возникающих при контактной сварке давлением различных сталей и сплавов.	4
10	9	Особенности свариваемости контактной сваркой углеродистых сталей.	4
11	10	Технологии контактной сварки низколегированных высокопрочных сталей. Методы оценки свариваемости этих сталей.	4
12	10	Технологии контактной сварки высокопрочных легированных сталей. Методы оценки свариваемости этих сталей.	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
Разработка рефератов на заданную тему. (второй семестр)	Из основной литературы	2	91,5
Подготовка к экзамену.	Из списка литературы	2	20
Подготовка к зачету	Из списка литературы	1	20
Разработка рефератов на заданную тему	Из основной литературы	1	119,75

## 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 мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины.	зачет

			раздела №1 и лекции №1			Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
2	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №2 и лекции №2	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
3	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №3 и лекции №3	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
4	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №4 и лекции №4	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
5	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины.	зачет

			раздела №5 и лекции №5			Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
6	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №6 и лекции №6	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
7	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №7 и лекции №7	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
8	1	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по материалам раздела №8 и лекции №8	1	6	Письменный опрос проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса по каждому разделу дисциплины. Время, отведённое на ответ по каждому вопросу вопросу – 15 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует двум баллам. Частично правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
9	1	Бонус	Бонусное задание	-	15	Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины	зачет

						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 +15 %.	
10	1	Промежуточная аттестация	Зачет	-	20	Контроль промежуточной аттестации проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме письменного ответа на вопросы. Зачет состоит из 20 вопросов. На ответы отводится 2 часа. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
11	2	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по результатам лабораторной работы при точечной сварке	1	1	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 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
12	2	Текущий контроль	Письменный опрос обучающегося по результатам лабораторной работы при стыковой сварке	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 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - правильный ответ на один вопрос – 1 балл Максимальное количество баллов – 5. Весовой коэффициент мероприятия –	экзамен

						1.	
13	2	Бонус	Бонусное задание	-	15	Студент представляет копии документов, под-тверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины 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 +15 %.	экзамен
14	2	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	15	Экзамен проводится в форме письменного экзамена. Состоит из 15 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 2 часа. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 15.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПК-1	Знает: технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: разрабатывать планы проведения экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: в организации разработки и внедрения в производство новых сварочных материалов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Акулов, А. И. Технология и оборудование сварки плавлением Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с. ил.
2. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением С. А. Островский, Б. Е. Патон; Г. И. Лесков и др.; Под ред. Б. Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974. - 767 с. ил.
3. Рыкалин, Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке Учеб. пособие для машиностроит. вузов Н. Н. Рыкалин. - М.: Машгиз, 1951. - 296 с. ил.
4. Гуляев, А. И. Технология точечной и рельефной сварки сталей в массовом производстве. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1978. - 246 с. ил.
5. Орлов, Б. Д. Технология и оборудование контактной сварки Учебник Под общ. ред. Б. Д. Орлова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 352 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Зайцев, Н. Л. Теоретические основы сварки плавлением [Текст] учеб. пособие по направлению 150700.68 "Машиностроение" Н. Л. Зайцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 77, [1] с. ил. электрон. версия
2. Попков, А. М. Теория сварочных процессов [Текст] метод. указания по выполнению лаб. работ и домашних заданий А. М. Попков, В. А. Стихин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 28, [2] с. ил.

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

1. - «Сварочное производство», науч.-техн. и произв. журн. Изд.центр "Технология машиностроения" (Фонды библиотеки ЮУрГУ 1955-1969 № 1-12; 1970 № 2, 3, 5-10, 12; 1971-1979 № 1-12; 1980 № 1-10, 12; 1981-1991 № 1-12; 1992 № 1-8, 11; 1993 № 1-6, 8-12; 1994-2000 № 1-12; 2001 № 1, 3-12; 2002-2012 № 1-12; 2013 № 1-6).

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

1. Методические указания по освоению дисциплины
2. Технологические основы сварки

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

1. Методические указания по освоению дисциплины
2. Технологические основы сварки

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Теоретические основы сварки плавлением <a href="https://lib.susu.ru/">https://lib.susu.ru/</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Климов, А.С. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки. [Электронный ресурс] / А.С. Климов, И.В. Смирнов, А.К. Кудинов, Г.Э. Кудинова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 336 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1551">http://e.lanbook.com/book/1551</a> — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Чернышов, Г.Г. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением. [Электронный ресурс] / Г.Г. Чернышов, Д.М. Шашин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 464 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/12938">http://e.lanbook.com/book/12938</a> — Загл. с экрана.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 416 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/700">http://e.lanbook.com/book/700</a> — Загл. с экрана

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	102 (1)	Компьютер, проектор. 2 семестр
Практические занятия и семинары	214(тк) (Т.к.)	Компьютер, проектор
Лекции	102 (1)	Компьютер, проектор. 2 семестр
Лабораторные занятия	103(тк) (Т.к.)	- Пост ручной дуговой сварки с источником питания ВД-300 и инверторным источником питания Кемри.- Полуавтомат для дуговой сварки в защитных газах ПДГ-516У с блоком управления БУСП-1.- Полуавтомат для дуговой сварки в защитных газах финской фирмы Кемри.- Сварочный автомат АДПГ-500 для дуговой сварки плавящейся электродной проволокой в среде СО2.- Сварочный трактор ТС-17МУ с выпрямителем сварочного тока ВДУ-504У.- Сварочный автомат АДФ-1004 с выпрямителем сварочного тока ВДУ-1201У.- Сварочный автомат АДС-1000-2 с трансформатором ТСД-1000-4.- Установка для электрошлаковой сварки АТС-516

Лабораторные занятия	02б (1)	Машины для точечной, стыковой сварки МПП-50, МСТ-25. Машина для ультразвуковой сварки УДС-0,4. Машина для холодной сварки УМХС-1801. Машина для шовной сварки МШ 1601. Машина испытания образцов на разрыв УМ-5. Регулятор цикла сварки РЦС-401.
Лекции	214(тк) (Т.к.)	Компьютер, проектор