

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИИИИКБ  
 \_\_\_\_\_ Д.А. Седнев  
 «30» июня 2020 г.

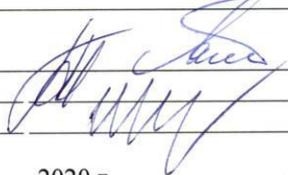
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>ТЕОРИЯ СВАР ОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>15.03.01 Машиностроение</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Оборудование и технология сварочного</b>		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>32</b>
	Практические занятия		<b>32</b>
	Лабораторные занятия		<b>24</b>
	ВСЕГО		<b>88</b>
	Самостоятельная работа, ч		<b>128</b>
	ИТОГО, ч		<b>216</b>

Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	Отделение Электронной инженерии
---------	---------------------------------	---------------------------------------

Зав. кафедрой-руководитель  
отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	П.Ф. Баранов
	А.А. Першина
	Д.П. Ильященко

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения	ПК(У)-18.В2	Владеет навыками формирования свойств сварных соединений на основе анализа превращений, происходящих в металлах под воздействием термомеханического цикла сварки
		ПК(У)-18.У2	Умеет использовать термодинамические методы анализа и прогнозирования металлургических процессов при сварке
		ПК(У)-18.32	Знает физико-химические особенности металлургических процессов при сварке
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	ПК(У)-19.32	Знает физические особенности формирования первичной и вторичной структуры металла сварного соединения, образования горячих и холодных трещин
		ПК(У)-19.У2	Умеет выбирать методы оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих и холодных трещин при сварке
		ПК(У)-19.В2	Владеет навыком применения способов повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих и холодных трещин

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория сварочных процессов» относится к Вариативному междисциплинарному профессиональному модулю Вариативной части «Оборудование и технология сварочного производства» учебного плана образовательной программы «Машиностроение».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Иметь глубокие знания и современные представления о физических и технологических свойствах источников энергии для сварки, их тепловом и силовом воздействии на свариваемый металл и способах управления ими.	ПК(У)-18
РД-2	Ставить и решать инновационные задачи по формированию свойств сварных соединений на основе системного анализа металлургических процессов, структурных и фазовых превращений, происходящих в металлах под воздействием термомеханического цикла сварки.	ПК(У)-19
РД-3	На основе установления новых физических свойств источников энергии для сварки проектировать сварочные процессы с принципиально новыми технологическими свойствами, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	ПК(У)-19

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Раздел (модуль) 1.</b> <i>Классификация процессов сварки по физическим и технологическим признакам</i>	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	<b>10</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>10</b>
		Самостоятельная работа	<b>42</b>
<b>Раздел (модуль) 2.</b> <i>Термодеформационные процессы и кристаллизация металла при сварке</i>	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	<b>10</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>10</b>
		Самостоятельная работа	<b>42</b>
<b>Раздел (модуль) 3.</b> <i>Химическая и механическая неоднородность сварных соединений</i>	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	<b>12</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>12</b>
		Самостоятельная работа	<b>44</b>

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Классификация процессов сварки по физическим и технологическим признакам**

Рассматриваются классификация сварочных процессов, требования к источникам энергии для сварки и оценка их эффективности. Исследуются дуговые способы сварки. Изучаются недуговые источники энергии для сварки

##### **Темы лекций:**

1. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов.
2. Математическое описание процессов теплообмена.
3. Расчет тепловых процессов при нагреве различными источниками теплоты.
4. Подвижные сосредоточенные источники теплоты постоянной мощности.
5. Учет распределения источника теплоты в расчетах полей температур.

##### **Лабораторные занятия:**

1. Исследование энергетической структуры сварочной дуги.
2. Исследование ионизирующего действия различных веществ, покрытий электродов.
3. Исследование дугового разряда между угольными электродами.
4. Схематизация формы нагреваемых тел и источников теплоты.

##### **Практические занятия:**

1. Определение параметров переносимых капель электродного металла при РДС от различных типов источников питания.
2. Определение геометрических параметров и теплосодержания переносимых капель электродного металла при дуговой сварке плавлением.
3. Распространение теплоты мгновенных сосредоточенных источников в неограниченном теле.
4. Распространение теплоты мгновенных сосредоточенных источников в различных схемах нагреваемого тела.
5. Мощные быстродвижущиеся источники теплоты.

## **Раздел 2. Термодеформационные процессы и кристаллизация металла при сварке**

Рассматриваются: Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла сварного шва. Химическая и физическая неоднородность металла сварного шва. Горячие трещины при сварке. Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии. Сварочные деформации и напряжения: основные понятия и термины. Исследуется схема образования деформаций и перемещений при сварке пластин встык. Изучаются типичные поля сварочных напряжений.

### **Темы лекций:**

1. Термический цикл при однопроходной сварке.
2. Термический цикл при многослойной сварке.
3. Плавление основного металла.
4. Нагрев и плавление электродного металла.
5. Тепловая эффективность и производительность процесса сварки.

### **Лабораторные занятия:**

1. Технология пайки металлов и сплавов.
3. Исследование производительности процесса РДС.
3. Исследование ионизирующего действия компонентов электродных покрытий.
4. Исследование производительности процесса МП.

### **Практические занятия:**

1. Определение геометрических размеров и площади сварного шва и ЗТВ.
2. Оценка влияния параметров режима сварки и наличия порошков модификатора в защитном газе на параметры переносимых капель электродного металла.
3. Распределение температурных полей по поверхности свариваемого изделия при дуговой сварке плавлением.
4. Влияние напряжения на дуге на каплеперенос электродного металла.
5. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва.

## **Раздел 3. Химическая и механическая неоднородность сварных соединений**

Рассматривается химическая неоднородность сварных соединений. Исследуются технологическая прочность металлов при сварке. Изучаются образование и строение границ зерен в металле сварных соединений.

### **Темы лекций:**

1. Дефекты кристаллического строения металлов.
2. Механические свойства сварных соединений.
3. Ликвационная неоднородность в металле сварного шва.
4. Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии (4 часа).
5. Свариваемость сталей отдельных групп.

### **Лабораторные занятия:**

1. Исследование влияния защитных покрытий на процесс РДС.
2. Превращения в сталях при нагреве.
3. Превращение в сталях при охлаждении.
4. Физическая неоднородность металла шва.

### **Практические занятия:**

1. Расчеты нагрева плавящегося электрода при ручной и механизированной сварке (4 часа).
2. Определение свариваемости сталей.

3. Определение параметров переносимых капель электродного металла при РДС от покрытых электродов с различным типом материала стержня.
4. Свариваемость низколегированных сталей.
5. Свариваемость высоколегированных сталей.

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.
- Подготовка к лабораторным работам;
- Расчетные задачи, выносимые на самостоятельную проработку;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Теория сварочных процессов: учебное пособие / В.М. Неровный, А.В. Коновалов, Б.Ф. Якушин [и др.]; под редакцией В.М. Неровного. – 2-е изд. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2016. – 702 с. – ISBN 978-5-7038-4543-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106410>.
2. Дедюх, Р.И. Теория сварочных процессов. Физические и технологические свойства электросварочной дуги: учебное пособие / Р.И. Дедюх. – 2-е изд. – Томск: ТПУ, 2013. – 118 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/45134>.
3. Дедюх, Ростислав Иванович. Теория сварочных процессов. Превращения в металлах при сварке [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.И. Дедюх; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра оборудования и технологии сварочного производства (ОТСП). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m132.pdf>

#### Дополнительная литература

1. Теория сварочных процессов : учебное пособие / В. М. Неровный, А. В. Коновалов, Б. Ф. Якушин [и др.] ; под редакцией В. М. Неровного. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. — 702 с. — ISBN 978-5-7038-4543-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106410> (дата обращения: 24.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теория сварочных процессов: практикум /Ильященко Д.П. и др./, ТПУ: ИПЛ ТПУ, 2020. – 98 с.
3. Теория сварочных процессов. Металлургические основы сварки: учебное пособие / Р. И. Дедюх; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 166 с.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Дисциплина ТСП реализована в авторском курсе <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2551>.
2. [www.svarkainfo.ru](http://www.svarkainfo.ru) – описание методов неразрушающего контроля.
3. [www.autowelding.ru](http://www.autowelding.ru) – дефекты сварных соединений.
4. [www.ntcexpert.ru](http://www.ntcexpert.ru) – неразрушающие методы контроля.
5. <https://www.lincolnelectric.com> – официальный сайт производителя сварочного оборудования Линкольн Электрик.
6. <https://www.esab.ru> - официальный сайт производителя сварочного оборудования Эсаб.
7. [www.shtorm-its.ru](http://www.shtorm-its.ru) - официальный сайт производителя сварочного оборудования Шторм.
8. <https://www.fronius.com/ru-ru/russia> - официальный сайт производителя сварочного оборудования Fronius .

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. 7-Zip; Adobe Flash Player; AkelPad; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView,
2. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 301	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 221Б	Машина сварочная - 1 шт.;Автомат АДС-35 - 1 шт.;Сварочная машина РОВЕЛД 160 САНИЛАЙН - 1 шт.;Автомат сварочный ТС - 1 шт.;Установка УПН-303 - 1 шт.;Твердомер ТК-2 - 1 шт.;Установка УДГУ-301 - 1 шт.; Кабинет газосварщика - 1 шт.;Сварочный аппарат МАХИ 505 (с подающим механизмом WV4) - 1 шт.;Установка А 123 ТУ - 1 шт.;Универсальный рабочий и сварочный стол 1000*1000*100мм - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.01 Машиностроение / Оборудование и технология сварочного производства (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Уч. степень, звание	ФИО
Доцент	К.т.н.	Ильященко Д.П.
Ассистент		Скрипко С.И.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения электронной инженерии (протокол от 01.09.2020 г. № 37).

Зав. кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры

к.т.н, доцент



\_\_\_\_\_/П. Ф. Баранов/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2018/2019 учебный год	1.Изменена система оценивания	От 29.08.2018 г. № 8
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От 28.06.2019 г. № 19
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От 01.09.2020 г. № 37
2021/2022 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлен перечень профессиональных баз 5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины 6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	От 30.08.2021 г. № 54