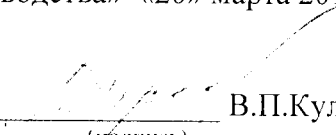




Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 150700 «Машиностроение» № 538, утвержденным 09.11.2009 г., учебным планом рег. № 150-700/62-1, утвержденным 28.04.2011 г. с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки «Машиностроение».

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» «20» марта 2014 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой  В.П.Куликов  
(подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«25» июня 2014г., протокол № 7.

Зам. председателя Президиума научно-методического совета


  
(подпись) А.Д. Бужинский

Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим отделом

  
(подпись) Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела

  
(подпись) О.Е. Печковская

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины имеет целью дать углубленные знания о состоянии и перспективах развития технологии сварки плавлением при производстве сварных конструкций из специальных сталей и сплавов в энергетическом, криогенном, нефтехимическом и других отраслях машиностроения.

### 1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

Студент, изучивший дисциплину, **должен знать:**

- металлургические процессы при сварке и причинно-следственных связях между характером процесса и качеством сварных соединений;
- технологические основы сварки плавлением;
- способы повышения технологической прочности;
- методы оптимизации технологических процессов сварки;
- технологические особенности сварки специальных сталей;
- характеристики работоспособности сварных соединений теплостойких сталей, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов, коррозионностойких и хладостойких сталей и сплавов;
- чувствительность специальных сталей и сплавов на основе цветных металлов к термомеханическому циклу сварки;
- термическую обработку сварных соединений;
- металлургические особенности сварки специальных сталей и сплавов;
- вопросы охраны труда и окружающей среды при сварке металлов различной системы легирования.
- ресурсосберегающие технологии сварки, рациональный выбор сварочных материалов, режимы термической обработки.

Студент, изучивший дисциплину, **должен уметь:**

- выбирать основные и сварочные материалы для изготовления сварных конструкций;
- проектировать технологические процессы сварки специальных сталей и сплавов.

Студент, изучивший дисциплину, **должен владеть:**

- методикой оценки технологической прочности сварных соединений;
- методами рационального выбора сварочных материалов и режимов термической обработки в зависимости от условий эксплуатации сварных конструкций.

### 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

«Сварка специальных сталей и сплавов» входит в состав профессионального цикла, профильные дисциплины по выбору студентов. Изучение дисциплины опирается на изученные ранее дисциплины: «Теория сварочных процессов» (в полном объеме программы), «Технология сварки плавлением» (в полном объеме программы). Сформированные в процессе изучения дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов» знания и навыки будут использованы при выполнении курсового и дипломного проектов.

### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды	Наименование формируемых компетенций
------	--------------------------------------

формируемых компетенций	
ПК-1	способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;
ПК-6	умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения;
ПК-7	умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1. График учебного процесса, формы текущей, промежуточной и итоговой аттестации, распределение рейтинг-баллов по учебным модулям и видам занятий

Модуль	1																		ПА (экзамен) 15/40
	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	16-18	
Лекции баллы min/max												0 9					0 9		
Лаб.зан., баллы min/max		ЗЛР 4		ЗЛР 4		ЗЛР 4		ЗЛР 3		ЗЛР 3		ЗЛР 3		ЗЛР 3					
						ПКУ 30													

\* - максимально-возможное количество баллов по модульно-рейтинговой системе

Принятые обозначения:

*Текущий контроль* –

О – опрос на лекции;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА - промежуточная аттестация.

### 2.2. Наименование тем лекционных и лабораторных занятий, объем в часах

№ блока	№ недели	Лекции		Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа
		Тема. Основные вопросы	Часы						
<b>Модуль 1</b>									
1	1	Тема 1. Основные сведения о специальных сталях		2					
		Содержание и значение дисциплины. Классификация и характеристика специальных сталей и сплавов. Высокохромистые стали. Хромоникелевые стали.							

	Мартеситно-стареющие стали. Сплавы на никелевой основе.								
2	<b>Тема 2. Металлургические характеристики способов сварки специальных сталей</b> Склонность швов к образованию газовых включений. Легирование металла шва. Газоэлектрическая сварка.	2					Л.р. Определение жаростойкости сварочных материалов	2	2
3	<b>Тема 3. Металлургические характеристики способов сварки со шлаковой защитой</b> Сварка под флюсом. Сварка покрытыми электродами. Поглощение водорода металлом шва и его диффузия в ОШЗ.	2							2
4	<b>Тема 4. Чувствительность сталей к термомеханическому циклу сварки</b> Поведение при сварке сталей перлитного, мартенситного, ферритного, аустенитного классов. Свариваемость специальных сталей и сплавов.	2					Л.р. Исследование влияния температуры на жаропрочность сварных соединений	2	2
5	<b>Тема 5. Сварка сталей в энергетическом машиностроении</b> Характеристики работоспособности сварных соединений. Применяемые теплоустойчивые стали и особенности их легирования. Свариваемость теплоустойчивых сталей.	2							2
6	<b>Тема 6. Влияние режимов сварки на свариваемость сталей</b> Влияние термического цикла на свариваемость. Влияние температуры подогрева на свариваемость. Хладноломкость. Синеломкость. Термическое старение. Охрупчивание металла под действием водорода.	2					Л.р. Определение химического состава металла	2	2
<b>Модуль 2</b>									
7	<b>Тема 7. Сварочные материалы и технология сварки теплоустойчивых сталей</b> Влияние легирующих элементов на свойства металла шва. Выбор рациональной технологии сварки теплоустойчивых сталей. Выбор температуры подогрева.	2							2
8	<b>Тема 8. Рациональная технология сварки теплоустойчивых сталей</b> Обеспечение низкого уровня диффузионного водорода. Отдых сварных соединений. Термообработка сварных соединений. Возможное охрупчивание металла шва и ЗТВ при термической обработке.	2					Л.р. Определение влияния режимов сварки на количество ферритной фазы в аустенитных сталях	2	2
9	<b>Тема 9. Сварные соединения аустенитных жаропрочных сталей</b> Характеристики жаропрочности сварных соединений. Влияние структуры и свойств сталей на жаропрочность.	2							2

	Свариваемые стали. Жаропрочность сварных швов. Склонность сварных соединений к тепловому охрупчиванию.							
4	10 Тема 10. Сварные соединения жаропрочных сплавов на никелевой основе Свариваемые сплавы. Жаропрочность металла шва. Склонность к околшовному растрескиванию. Выбор сварочных материалов, обеспечивающих необходимую жаропрочность, жаростойкость, стойкость против локальных разрушений.	2				Л.р. Исследование влияния режимов сварки на склонность коррозионно-стойких сталей к межкристаллитной коррозии	2	2
	11 Тема 11. Сварка сталей в криогенном машиностроении Основы легирования сталей, применяемых при криогенных температурах. Влияние легирующих элементов на механические свойства металла сварного шва. Выбор сварочных материалов, режимов сварки.	2						2
	12 Тема 12. Сварка сталей в химическом машиностроении Химическая и электрохимическая коррозия. Основы теории коррозии. Виды коррозии. Технологические и металлургические средства предотвращения коррозии. Применяемые коррозионно-стойкие стали. Выбор сварочных материалов и режимов сварки.	2				Л.р. Изучение технологических особенностей сварки титана и его сплавов	2	2
	13 Тема 13. Особенности технологии сварки разнородных металлов Сварка сталей различных классов. Сварка перлитных сталей с аустенитными. Сварка разнородных сталей высокой прочности. Сварка сталей с чугуном.	2						2
	14 Тема 14. Сварка металлов разных основ Сварка сталей с медью и ее сплавами. Сварка титана со сталью, алюминием, медью. Трудности, возникающие при сварке металлов данных композиций. Выбор сварочных материалов и режимов сварки.	2				Л.р. Исследование поведения диффузионно-подвижного водорода в зависимости от состава основного и сварочного материалов	2	2
5	15 Тема 15. Термическая обработка сварных соединений Виды термической обработки, ее назначение и способы нагрева. Электротермические установки, нагревательные устройства. Технология термической обработки и ее контроль. Техника безопасности при термической обработке сварных соединений.	2						2
	<b>Подготовка к экзамену</b>							
<b>Итого за семестр</b>		<b>30</b>					<b>14</b>	<b>36</b>
								<b>64</b>

## Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий**			Всего часов***
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Темы № 9; 10; 11; 12; 13; 14.		Л.р. № 1; 2; 3; 6; 7.	22
2	Мультимедиа	Темы № 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 15.			16
3	Проблемные / проблемно-ориентированные	Тема № 8		Л.р. № 4	4
4	Расчетные			Л.р. № 5	2
	<b>ИТОГО</b>				<b>44</b>

### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре:

№ п/п	Вид оценочных средств	Наличие (+ / -)	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	+	1
2	Экзаменационные билеты	+	1
3	Вопросы к опросу на лекции	+	4
4	Вопросы к защите лабораторных работ	+	8

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
	ПК-1 - способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;		
1	Пороговый уровень	Понимает задачи получения технологичности процессов изготовления сварных соединений	Способен выбрать технологический процесс изготовления сварных соединений.
2	Продвинутый уровень	Знает современные технологические процессы получения сварных соединений.	Способен выбрать правильный технологический процесс получения сварных соединений на низколегированных



			сталих
3	Высокий уровень	Умение создавать технологические процессы разных сочетаний свариваемых материалов	Способен разработать технологический процесс сварки по результатам расчета допустимой скорости охлаждения
ПК-6 - умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения;			
1	Пороговый уровень	Умение выбирать сварочные материалы для формирования качественных сварных соединений низкоуглеродистых сталей	Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения низкоуглеродистых сталей
2	Продвинутый уровень	Умение выбирать сварочные материалы для формирования качественных сварных соединений низколегированных сталей	Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения низколегированных сталей
3	Высокий уровень	Умение выбирать сварочные материалы для формирования качественных сварных соединений аустенитных сталей и никелевых сплавов	Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения аустенитных сталей и никелевых сплавов
ПК-7 - умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;			
1	Пороговый уровень	Умение выбирать методы испытаний на склонность перлитных сталей к горячим трещинам	Способен выбирать метод оценки технологической прочности перлитных сталей
2	Продвинутый уровень	Умение выбирать методы испытаний на склонность низколегированных сталей к горячим трещинам	Способен выбирать метод оценки технологической прочности низколегированных сталей
3	Высокий уровень	Умение выбирать расчетные и экспериментальные методы испытаний на склонность высоколегированных сталей к трещинам	Способен теоретически оценить склонность сталей к термомеханическому циклу сварки

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ПК-1 - способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления.	

умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;	
Способен выбрать технологический процесс изготовления сварных соединений.	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен выбрать правильный технологический процесс получения сварных соединений на низколегированных сталях	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения аустенитных сталей и никелевых сплавов	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
ПК-6 - умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения;	
Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения низкоуглеродистых сталей	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения низколегированных сталей	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен выбирать сварочные и наплавочные материалы для соединения аустенитных сталей и никелевых сплавов	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
ПК-7 - умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;	
Способен выбирать метод оценки технологической прочности перлитных сталей	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен выбирать метод оценки технологической прочности низколегированных сталей	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции
Способен теоретически оценить склонность сталей к термомодеформационному циклу сварки	Вопросы к экзамену Вопросы к практическим занятиям Вопросы к защите лабораторных работ Вопросы к опросу на лекции

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Оценка лабораторных работ проводится по следующим критериям:

1. Выполнение работы - 2 балла. Студент должен самостоятельно выполнить задание по лабораторной работе.
2. Представление отчета – 1 балл. Студент должен самостоятельно оформить отчет в соответствии с требованиями методических указаний.

3. Ответы на вопросы по защите лабораторной работе - 2 балла. Студент должен дать правильные и исчерпывающие ответы на все вопросы. Количество вопросов – не более пяти.

#### **5.4 Критерии оценки опроса на лекции**

Опрос на лекции проводится в письменной форме. Студенту выдается десять вопросов. В течении 15 минут он должен дать письменные ответы на эти вопросы. Каждый поставленный вопрос имеет три ответа, один из которых правильный. Каждый правильный ответ – 1 балл. Таким образом, тест оценивается суммой баллов правильных ответов. Десять баллов девять. Девять баллов – девять. Восемь баллов – восемь. Семь баллов – семь. Шесть баллов – шесть. Пять баллов – пять. Четыре балла – четыре, незачтено. Три балла – три, незачтено. Два балла – два, незачтено. Один балл – один, незачтено.

#### **5.5 Критерии оценки экзамена**

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной системе. Сумма баллов по двум вопросам делится на два и выставляется оценка.

Пять баллов – систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

- точное использование научной терминологии;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные технологии сварки;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные технологии сварки;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в теориях по изучаемой дисциплине и научных достижениях других дисциплин.

Четыре балла - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

- точное использование научной терминологии;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные технологии сварки;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные технологии сварки;

Три балла - достаточно полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

- использование необходимой научной терминологии;
- способность самостоятельно решать типовые технологии сварки;
- усвоение основной литературы;
- умение ориентироваться в базовых теориях.

Два балла НЕЗАЧТЕНО – фрагментарные знания в рамках рассматриваемого вопроса:

- неумение использовать научную терминологию;

Один балл НЕЗАЧТЕНО – отсутствие знаний по рассматриваемому вопросу

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к лекциям. Студент должен прочесть конспект предыдущей лекции и подготовить вопросы, которые следует задать преподавателю.

- подготовка к опросу на лекции. Студент должен прочесть конспект лекций, предшествующих последнему опросу и подготовить ответы на возможные вопросы.
- подготовка к лабораторным занятиям. Студент должен ознакомиться с методическими указаниями к предстоящей лабораторной работе и подготовить вопросы, которые следует задать преподавателю.
- подготовка к ПКУ. Студент должен прочесть конспект лекций, предшествующих последнему ПКУ и подготовить ответы на возможные вопросы.
- подготовка к зачету. Студент должен подготовить ответы на все вопросы к зачету.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Основная литература\*:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экземпляров
1	Чернышев Г.Г. Технология электрической сварки плавлением: учебник. – М.: Академия, 2010. – 272с.	Допущено Министерством образования РФ качество учебного пособия для студентов ВУЗов.	36
2	Теория сварочных процессов: Учебник для вузов/А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В.Н. Неровный, Б.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного. – М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. -752 с.6 ил.	Допущено УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Машиностроительные технологии и оборудование», специальность «Оборудование и технология сварочного производства».	94
3	Технология сварки специальных сталей: учебное пособие/ Н.А. Максимец, Е.Н. Негода; Дальневосточный государственный университет.- Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2008. -156 с.		1

### 5.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экземпляров
1	Ефименко Л.А., Прыгаев А.К., Елагина О.Ю. Металловедение и термическая обработка сварных соединений: Учебн. пособие. – М.: Логос, 2007. – 456 с. : ил.	Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Морские нефтегазовые сооружения» направления подготовки	1

		«Оборудование и агрегаты нефтегазового производства» и специальности «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» направление подготовки «Нефтегазовое дело».	
2	Сварка в машиностроении. М.Машиностроение. 1978-79 Т1-4.	—	31

### **7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам**

#### **7.3.1 Методические указания**

1. Методические указания к лабораторной работе: Определение жаростойкости сварочных материалов – 5 экз.
2. Методические указания к лабораторной работе: Исследование влияния температуры на жаропрочность сварных соединений – 5 экз.
3. Методические указания к лабораторной работе: Исследование поведения диффузионно-подвижного водорода в зависимости от состава основного и сварочных материалов – 5 экз.
4. Методические указания к лабораторной работе: Определение химического состава металла – 5 экз.
5. Методические указания к лабораторной работе: Определение влияния режимов сварки на количество ферритной фазы в аустенитных сталях – 5 экз.
6. Методические указания к лабораторной работе: Исследование влияния режимов сварки на склонность коррозионно-стойких сталей к межкристаллитной коррозии – 5 экз.
7. Методические указания к лабораторной работе: Изучение технологических особенностей сварки титана и его сплавов – 5 экз.

#### **7.3.2 Плакаты, мультимедийные презентации**

- Тема № 1. Классификация специальных сталей.  
Тема № 2. Сварочные материалы Lincoln..  
Тема № 3. Структура сварочной дуги.  
Тема № 4. Сварочные материалы ESAB.  
Тема № 5. Сварочные материалы BOHLER.  
Тема № 6. Сварочные материалы Lastec.

#### **7.3.3 Кинофильмы, видеоролики, видеофильмы**

- Тема № 1. Сварочные материалы UTP.  
Тема № 2 Сварка под флюсом установок ветроэнергетики (ESAB)/  
Тема № 2 Сварка под флюсом (Lincoln)  
Тема № 5. Сварка отраслевого проката.  
Тема № 7. Орбитальная сварка нержавеющей сталей.  
Тема № 15. Термическая обработка сварных соединений.

#### **7.3.4 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**

- RASCHET. Программа расчета тепловых процессов при сварке – Лабораторная работа № 5.

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории: Б.3.3/ВЗ ИУЛ-4-109-101/2-11.