

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 27.08.2025 14:14:16

Уникальный программный идентификатор:

d31c25eab5d6fbb0c5f0a07a64df4e90328e0853e097c118906630928811111

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»**

Лениногорский филиал

(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра

Технологии машиностроения и приборостроения

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

 Р.А. Шамсутдинов

« 08 » 2017 г.

Регистрационный номер: 0425/08/17-64



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Расчет и проектирование сварных соединений»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.07**

Направление подготовки: **15.03.01 Машиностроение**

Квалификация: **бакалавр**

Направленность (профиль) программы: **Оборудование и технология сварочного производства**

Виды профессиональной деятельности: **производственно-технологическая; проектно-конструкторская**

Лениногорск 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «03» сентября 2015г. № 957, и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г., протокол №6.

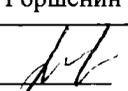
Рабочую программу дисциплины (модуля) разработал:

доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения

 Лустин А.Д.

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры ТМиП, протокол № 2 от 01.09.2017г.

Заведующий кафедрой ТМиП, к.т.н.  Г.С. Горшенин

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	кафедра ТМиП	01.09.2017	2	 зав. кафедрой ТМиП Г.С. Горшенин
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	01.09.2017	2	 Председатель УМК З.И. Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	01.09.2017		 Библиотекарь А.Г. Страшнова

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Сформировать у выпускников необходимые компетенции для участия в проектировании сварных конструкций в качестве экспертов, способных дать оценку технологических возможностей изготовления конструкции и обеспечения требуемых характеристик прочности и надежности сварных соединений.

### 1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

1. Изучить основы проектирования сварных соединений с учетом условий их эксплуатации.
2. Дать представления о принципах обеспечения на стадии проектирования прочности, надежности и технологичности сварных конструкций; об основных факторах, влияющие на конструкционную прочность сварных соединений.
3. Выработать подход к проектированию, основанный на изучении возможностей технологического процесса и требований к эксплуатационным свойствам конструкции.

### 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Расчет и проектирование сварных соединений» входит в состав вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Логическая и содержательная связь дисциплин, в формировании представленных в п.1.5 компетенций:

**Компетенция:** ПК-5.

**Предшествующие дисциплины:** Теория механизмов и машин; Детали машин.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** нет.

**Последующие дисциплины:** Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**Компетенция:** ПК-7.

**Предшествующие дисциплины:** Нормативная база сварочного производства; Производственная технологическая практика.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** нет.

**Последующие дисциплины:** Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**Компетенция:** ПК-9.

**Предшествующие дисциплины:** нет.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства; Преддипломная практика.

**Последующие дисциплины:** Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

### 1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов работы)

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр			
	в час.	В ЗЕТ	7		8	
			в час.	в ЗЕТ	в час.	В ЗЕТ
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	324	9	108	3,0	216	6,0

<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>
Лекции	36	1,0	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	36	0,5	18	0,5	18	0,5
Лабораторные работы	36	1	18	0,5	18	0,5
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>1,5</b>	<b>126</b>	<b>3,5</b>
Проработка учебного материала	108	3	54	1,5	54	1,5
Курсовой проект	72	2,0	-	-	72	2,0
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</i>	<b>36</b>	<b>1,0</b>	-	-	<b>36</b>	<b>1,0</b>
Промежуточная аттестация			Зачет		Экзамен	

Таблица 16

**Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения**

Виды учебной работы	Общая		Семестр			
	в час.	в ЗЕТ	9		10	
			в час	в ЗЕТ	в час	в ЗЕТ
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>324</b>	<b>9</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>216</b>	<b>6,0</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<b>50</b>	<b>1,38</b>	<b>26</b>	<b>0,72</b>	<b>24</b>	<b>0,66</b>
Лекции	18	0,5	12	0,33	6	0,17
Практические занятия	16	0,44	6	0,17	10	0,27
Лабораторные работы	16	0,44	8	0,22	8	0,22
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<b>261</b>	<b>7,25</b>	<b>78</b>	<b>2,17</b>	<b>183</b>	<b>5,08</b>
Проработка учебного материала	173	4,81	62	1,73	111	3,08
Курсовой проект	72	2,0	-	-	72	2,0
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
Контрольная работа	16	0,44	16	0,44	-	-
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</i>	<b>13</b>	<b>0,36</b>	<b>4</b>	<b>0,11</b>	<b>9</b>	<b>0,25</b>
Промежуточная аттестация			Зачет		Экзамен	

**1.5 Планируемые результаты обучения**

Таблица 2

## Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ПК-5 - умение учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании</b>			
<b>Знание (ПК-5З)</b> знать: технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	знать: технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	знать: технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами	знать: технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами и условиями эксплуатации
<b>Умение (ПК-5У)</b> уметь: рассчитывать технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	уметь: рассчитывать технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	уметь: рассчитывать технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами	уметь: рассчитывать технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами и условиями эксплуатации
<b>Владение (ПК-5В)</b> владеть: навыками рассчитывать и сопоставлять технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	владеть: навыками рассчитывать и сопоставлять технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании	владеть: навыками рассчитывать и сопоставлять технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами	владеть: навыками рассчитывать и сопоставлять технические и эксплуатационные параметры сварных конструкций и изделий при проектировании; закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик с их составом, состоянием и технологическими режимами и условиями эксплуатации
<b>ПК-7 - способность оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</b>			
<b>Знание (ПК-7З)</b> знать: методы оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с	знать: методы оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с	знать: методы оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с	знать: методы оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормативной

нормативной документацией	нормативной документацией	нормативной документацией в соответствии с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий	документацией с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий, в соответствии с технологическими режимами
<b>Умение (ПК-7У)</b> уметь: оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с нормативной документацией	<b>уметь:</b> оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с нормативной документацией	<b>уметь:</b> оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с нормативной документацией, а также с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий	<b>уметь:</b> оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с нормативной документацией, а также с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий, технологических режимов
<b>Владение (ПК-7В)</b> владеть: навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормативной документацией	<b>владеть:</b> навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормативной документацией	<b>владеть:</b> навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормативной документацией, а также с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий	<b>владеть:</b> навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормативной документацией, а также с учётом технических и эксплуатационных параметров сварных конструкций и изделий, технологических режимов
<b>ПК-9 – умение проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий</b>			
<b>Знание (ПК-9З)</b> знать: основы патентных исследований при проектировании изделий	<b>знать:</b> основы патентных исследований при проектировании изделий	<b>знать:</b> основы патентных исследований при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты	<b>знать:</b> основы патентных исследований при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты и их патентоспособности
<b>Умение (ПК-9У)</b> уметь: проводить патентные исследования при проектировании изделий	<b>уметь:</b> проводить патентные исследования при проектировании изделий	<b>уметь:</b> проводить патентные исследования при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты	<b>уметь:</b> проводить патентные исследования при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты и их патентоспособности
<b>Владение (ПК-9В)</b> владеть: навыками проведения патентных исследований при проектировании изделий	<b>владеть:</b> навыками проведения патентных исследований при проектировании изделий	<b>владеть:</b> навыками проведения патентных исследований при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты	<b>владеть:</b> навыками проведения патентных исследований при проектировании изделий с целью обеспечения патентной чистоты и их патентоспособности

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Таблица 3а

#### Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-1</b>
1	Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
3	Тема 1.3. Типы сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
4	Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
5	Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	14	2	0	2	10	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-2</b>
6	Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
7	Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	13	1	4	1	7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
8	Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	13	2	0	2	9	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>								<b>ФОС ТК-3</b>
9	Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	30	2	14	2	12	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
10	Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	6	2	0	2	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
11	Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	6	2	0	2	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
12	Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции	6	2	0	2	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
Всего за семестр:		108	18	18	18	54		
Зачет								<b>ФОС ПА-1</b>
<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>								<b>ФОС ТК-4</b>
13	Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	48	10	5	10	23	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>								<b>ФОС ТК-5</b>
14	Тема 5.1. Расчет и проектирование	28	4	5	4	15	ПК-5; ПК-7;	Текущий

	сварных соединений оболочковых конструкций						ПК-9	контроль
<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>								<b>ФОС ТК-6</b>
15	Тема 6.1. Сварные детали машин	16	2	4	2	8	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
16	Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	16	2	4	2	8	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
Курсовой проект		72				72		<b>ФОС ПА-3</b>
Всего за семестр:		108	18	18	18	126		
Экзамен		36						<b>ФОС ПА-2</b>
<b>ИТОГО:</b>		<b>324</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>180</b>		

Таблица 3б

### Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-1</b>
1	Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	6	1	0	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	7	1	0	1	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
3	Тема 1.3. Типы сварных соединений	7	1	0	1	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
4	Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	7	1	0	1	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
5	Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	9	1	0	1	7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-2</b>
6	Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	6	1	0	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
7	Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	10	1	4	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
8	Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	7	1	0	1	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>								<b>ФОС ТК-3</b>
9	Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	11	1	4	1	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
10	Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	6	1	0	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
11	Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	6	1	0	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
12	Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии	6	1	0	0	5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль

	проектирования конструкции							
	Контрольная работа	16				16		
	Всего за семестр:	104	12	8	6	78		
	Зачет	4						<b>ФОС ПА-1</b>
	<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>							<b>ФОС ТК-4</b>
13	Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	35	2	2	3	28	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>							<b>ФОС ТК-5</b>
14	Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций	35	2	2	3	28	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>							<b>ФОС ТК-6</b>
15	Тема 6.1. Сварные детали машин	33	1	2	2	28	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
16	Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	32	1	2	2	27	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	Курсовой проект	72				72		<b>ФОС ПА-3</b>
	Всего за семестр:	207	6	8	10	183		
	Экзамен	9						<b>ФОС ПА-2</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>324</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>261</b>		

Таблица 4

### Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-5		
	ПК-5З	ПК-5У	ПК-5В
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>			
Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	+		+
Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	+	+	
Тема 1.3. Типы сварных соединений	+	+	+
Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	+	+	
Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	+	+	+
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>			
Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	+	+	+
Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	+	+	+
Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	+	+	+
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>			
Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	+	+	+
Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	+	+	
Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	+		+
Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции	+	+	+
<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>			
Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	+	+	+
<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>			

Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций	+	+	+
<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>			
Тема 6.1. Сварные детали машин	+	+	+
Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	+	+	+
	ПК-7		
	ПК-7З	ПК-7У	ПК-7В
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>			
Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	+		
Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	+	+	+
Тема 1.3. Типы сварных соединений	+		+
Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	+	+	+
Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	+	+	+
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>			
Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	+	+	+
Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	+	+	+
Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	+	+	+
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>			
Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	+	+	+
Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	+	+	+
Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	+	+	+
Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции	+	+	+
<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>			
Тема 4.1. Сварные строительные конструкции			
<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>			
Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций	+	+	+
<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>			
Тема 6.1. Сварные детали машин			
Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	+	+	+
	ПК-9		
	ПК-9З	ПК-9У	ПК-9В
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>			
Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	+	+	+
Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	+	+	+
Тема 1.3. Типы сварных соединений	+	+	+
Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	+	+	+
Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	+	+	+
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>			
Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	+		
Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	+	+	
Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных	+	+	

нагрузках			
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>			
Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	+	+	+
Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	+		
Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	+	+	+
Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции	+	+	+
<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>			
Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	+	+	+
<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>			
Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций	+	+	+
<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>			
Тема 6.1. Сварные детали машин	+		+
Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	+	+	+

## 2.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций

#### Тема 1.1. Особенности сварных конструкций

Области применения неразъемных соединений. Композитные детали и конструкции (создание деталей с заданными свойствами на отдельных участках, наплавка, нанесение покрытий). Повышение технологичности за счет применения сварки (сварно-литые, сварно-кованные, сварно-штампованные детали и др.). Классификация сварных конструкций. Влияние неоднородности металла сварного соединения на условие его работы. Конструкционная и технологическая прочность сварных соединений.

Литература: [1]

#### Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций

Критерии выбора материалов из условий эксплуатации конструкции и технологии изготовления. Механические характеристики конструкционных материалов. Понятие удельная прочность, область рационального применения материалов с высокой удельной прочностью. Общая характеристика сталей, применяемых для сварных конструкций в различных отраслях промышленности и строительства (низкоуглеродистые, низколегированные, легированные стали, стали и сплавы со специальными свойствами). Примеры марок сталей, применяемых для сварных конструкций в России и за рубежом. Отечественные и зарубежные стандарты на материалы для сварных конструкций. Особенности и перспективы применения в сварных конструкциях цветных металлов и сплавов на основе алюминия, титана, меди и др. Коррозионная стойкость сталей и цветных сплавов. Сверхпластичные сплавы.

Полимеры и композитные материалы, перспективы их применения в сварных конструкциях.

Характеристика листового и профильного проката, а также других видов исходных заготовок, используемых при проектировании сварных конструкций. Широкополочные двутавры и тавры с параллельными гранями полок, биметаллический прокат, гнутые, штампованные, прессованные профили, замкнутые коробчатые профили.

Литература: [1]

#### Тема 1.3. Типы сварных соединений

Классификация сварных швов и соединений. Геометрические параметры сварных стыковых соединений при дуговой сварке плавлением. Рациональная разделка кромок для сварки деталей большой толщины (узкая, щелевая и др.). Геометрические параметры сварных соединений с угловыми швами. Дуговые соединения алюминиевых сплавов.

Соединения, полученные электрической контактной сваркой и их конструктивные элементы. Соединения, выполненные электрошлаковой, электронно-лучевой, лазерной и др. специальными методами сварки. Соединения, полученные сваркой в твердой фазе, характеристика, область их применения. Соединения разнородных материалов и биметаллов, паяные соединения. Соединения при сварке пластмасс: сварка горячим воздухом; сварка нагревательным элементом; сварка токами высокой частоты; сварка трением; сварка ультразвуком. Болтовые соединения. Клеесварные соединения. Условное обозначение сварных и паяных соединений на чертежах в России и за рубежом.

Литература: [1].

#### **Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений**

Изменение свойств металла под влиянием сварки. Химическая, структурная, механическая неоднородность. НДС механически неоднородных сварных соединений. Влияние мягких и твердых прослоек, а также их геометрии на НДС соединения. Критерии оценки прочности механических неоднородных соединений. Механическая неоднородность как источник концентрации напряжений. Макро- и микронеоднородность механических свойств сварного соединения.

Стандартные методы механических испытаний сварных соединений. Методы определения прочности и пластичности отдельных зон сварного соединения. Испытания на растяжение и статический изгиб. Испытания на ударную вязкость при динамическом нагружении.

Влияние технологии сварки (режима сварки, скорости охлаждения и др.) на механические характеристики сварного соединения. Особенности влияния сварки на сопротивление разрушению низколегированных, углеродистых и высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов.

Паяные соединения, методы испытания, факторы, определяющие механические свойства.

Литература: [1].

#### **Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния**

Аналитические методы. Общие представления о методах строительной механики, сопротивления материалов, теории упругости, пластичности и ползучести. Области рационального использования их для расчета прочности сварных соединений. Примеры применения этих методов.

Численные методы, их достоинства и недостатки. Принципы моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) сварных соединений с использованием метода конечных элементов.

Явление концентрации напряжений в сварных соединениях. Усложнение схемы напряженного состояния вблизи концентраторов. Методы оценки концентрации напряжений и деформаций. Концентрация напряжений в соединениях, полученных сваркой плавлением. Влияние геометрии сварных швов и соединения в целом на концентрацию напряжений. Влияние упругой податливости соединяемых деталей на концентрацию напряжений. Распределение напряжений в сварных стыковых, угловых, тавровых соединениях. Распределение напряжений в нахлесточных соединениях с лобовыми швами, фланговыми и комбинированными швами. Распределение напряжений в соединениях, выполненных контактной (точечной, шовной) сваркой, клеесварных соединениях и соединениях с прерывистыми швами, а также в паяных соединениях.

Изменение НДС при переходе в упруго-пластическую стадию работы сварного соединения. Влияние остаточных напряжений на распределение напряжений в зонах концентрации. Методы регулирования НДС на стадиях проектирования и изготовления сварной конструкции.

Появление трещин в концентраторе. Начало движения имеющейся трещины. Энергетические, силовые и деформационные методы механики разрушения. Основные понятия и критерии, характеризующие поле напряжений в вершине трещиноподобных

дефектов. Локальный коэффициент концентрации напряжений (по В.А. Винокурову).

Влияние локального НДС на работоспособность сварного соединения. Влияние на НДС шва его геометрических параметров (ширины и высоты усиления, размеров катетов, геометрии зоны перехода от шва к основному металлу). Влияние на НДС искажений геометрии сварного соединения (смещения и угловатости кромок).

Локальное НДС в зонах с резким изменением геометрии сечения; в зонах расположения несплошностей и включений в сварных соединениях (типа пор, подрезов, несплавлений, непроваров, неметаллических включений и др.); в зонах перехода от шва к основному металлу. Сравнительный анализ влияния на прочность внутренних дефектов и дефектов, выходящих на поверхность сварного соединения.

Литература: [1]

## **Раздел 2. Проектирование сварных конструкций.**

### **Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений**

Общие принципы проектирования сварных соединений (нагрузки, передаваемые через сварное соединение - их классификация; расчетная толщина и длина стыковых и угловых швов). Составление расчетной схемы для отдельных элементов сварных конструкций. Технологические и конструктивные ограничения на расчетные размеры швов.

Задачи, решаемые при проектировании сварных соединений. Понятие прочность, надежность, технологичность сварных конструкций; проблемы одновременного удовлетворения требованиям прочности, надежности и технологичности. Проектный расчет и его задачи. Проверочный расчет и его задачи. Объяснение влияния сварки на запас прочности и надежность конструкции с вероятностных позиций. Общие представления о конструктивных и технологических факторах, влияющих на надежность (роль дефектности, достоверности контроля качества и др.). Возможности управления технологичностью сварных соединений на стадии проектирования. Принципы конструктивно-технологического проектирования. Влияние технологичности на надежность.

Литература: [1].

### **Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках**

Виды сварных соединений. Стыковые соединения, выполненные сваркой плавлением. Соединения с угловыми швами. Нахлесточные соединения со сварными точками и проплавными швами. Исходные предпосылки расчета соединений при статических нагрузках. Предельные состояния конструкций и их характеристика. Условие равнопрочности сварных соединений и меры его обеспечения. Принципы расчета соединений по допускаемым напряжениям и предельному состоянию. Нормы предельных сопротивлений и допускаемых напряжений. Коэффициенты безопасности.

Возможные зоны разрушения сварных стыковых соединений и расчет их прочности при растяжении и изгибе.

Возможные зоны и характер разрушения угловых швов в зависимости от направления действующей силы, глубины проплавления, механических свойств основного и наплавленного металла. Расчет нахлесточных соединений, нагруженных сосредоточенной силой и изгибающим моментом в плоскости соединения. Методы осевого и полярного моментов инерции, расчленения соединения и нагрузки на составляющие. Расчет тавровых соединений, передающих изгибающий и крутящий момент. Расчеты сварных соединений при скручивании. Расчет поясных сварных швов в балках.

Расчет соединений, выполненных контактной сваркой (точечной, шовной, рельефной, сваркой сопротивлением и оплавлением). Конструктивные элементы сварных соединений. Допускаемые напряжения и расчетные сопротивления при расчете соединений. Особенности расчета соединений, работающих на отрыв; на срез; под действием момента в плоскости соединения.

Особенности расчета клеесварных и паяных соединений.

Компьютеризация прочностных расчетов. Методы уменьшения объема наплавленного металла и трудоемкости сварки при проектировании сварных соединений. Пути снижения металлоемкости сварных конструкций. Оптимизация сварных соединений с позиции обеспечения равнопрочности различных зон сварного соединения, в том числе основного металла.

Технологические рекомендации по проектированию соединений.

Литература: [1].

### **Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках**

Основные понятия и определения. Прочность основного металла при переменных (циклических) нагрузках. Диаграмма выносливости. Методика расчета на выносливость. Характеристики вибрационной прочности сварных соединений. Работа сварных соединений при действии ударной нагрузки. Малоцикловая усталость сварных соединений. Расчет длительности периода зарождения разрушения. Закономерности развития разрушения. Влияние характеристики цикла  $r$  на прочность при переменных нагрузках. Влияние концентрации напряжений, остаточных напряжений и механических свойств отдельных зон на малоцикловую усталость сварного соединения. Работа сварных соединений из разнородных материалов.

Методы повышения усталостной прочности. Примеры проектирования сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках (грузоподъемные машины, мосты и др.).

Основные закономерности усталостного разрушения. Факторы, влияющие на усталостную прочность сварных соединений. Методы расчета усталостной прочности. Метод, рекомендуемый СНиП П-23-81\* . Метод S - N кривых (IIW, классы FAT). Метод «горячей точки». Особенности развития разрушения сварных конструкций.

Многоцикловая усталость сварных соединений. Предел усталости. Влияние на выносливость конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

Методы расчета прочности сварных соединений в области многоциклового усталости (основанные на учете эффективных значений коэффициентов концентрации напряжений и на анализе локального распределения напряжений).

Коэффициенты концентрации и их влияние на усталостную прочность. Влияние частоты циклов нагружения на усталостную прочность. Усталостная прочность разных видов сварных соединений. Влияние на усталостную прочность термообработки сварных соединений. Влияние на усталостную прочность обертонных.

Принципы проектирования конструкций, предназначенных для работы при переменных нагрузках. Анализ случаев усталостного разрушения сварных конструкций. Примеры удачных и неудачных конструктивных решений. Конструктивные и технологические приемы повышения сопротивления усталости (сглаживание геометрии профиля шва, искусственное наведение благоприятных остаточных напряжений, послесварочная обработка соединения для повышения сопротивления усталости.).

Компьютерные методы расчета сварных соединений на усталость. Методы моделирования процесса разрушения.

Литература: [1].

## **Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений**

### **Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке**

#### **Собственные напряжения сварных соединений**

Собственные напряжения. Расчетное определение собственных напряжений. Механизм образования временных и остаточных сварочных напряжений, деформаций и перемещений.

Основные понятия и классификация. Изменение свойств металлов при повышении температуры. Образование напряжений и деформаций при нагреве и остывании.

Образование и определение напряжений и деформаций при сварке. Временные и остаточные напряжения. Механизмы возникновения собственных напряжений в продольном и поперечном направлении. Краткие сведения о механизмах продольной и поперечной усадки. Собственные напряжения в толстостенных конструкциях.

Определение остаточных напряжений экспериментальным путем. Численные методы исследования полей собственных напряжений, возникающих при сварке. Примеры распределения остаточных сварочных напряжений в сварных пластинах, таврах, двутаврах, оболочках, многослойных швах и элементах конструкций. Остаточные напряжения в районе сварной точки. Особенности образования остаточных напряжений в сварных соединениях титановых и алюминиевых сплавов; при сварке сталей мартенситного класса. Влияние неоднородности теплофизических и механических свойств сварного соединения на распределение остаточных напряжений. Остаточные напряжения при сварке разнородных материалов.

### **Сварочные деформации и перемещения**

Классификация деформаций и перемещений, вызванных сваркой (продольные, поперечные, угловые, деформации грибовидности, деформации потери устойчивости, изгиб продольной оси конструкций). Деформации и перемещения, вызванные продольным укорочением шва и околошовной зоны. Расчетные методы определения перемещений при симметричном расположении шва. Метод фиктивных усадочных сил. Механизм образования деформаций и перемещений, в результате поперечного укорочения шва. Угловые деформации при одно и многопроходной сварке встык и в конструкциях с угловыми швами.

Влияние сварочных напряжений и деформаций на прочность, работоспособность конструкций и технологию производства: влияние собственных напряжений и пластических деформаций; влияние перемещений, вызываемых сваркой. Изменение остаточных напряжений, деформаций и перемещений при механической обработке, при первом нагружении и в процессе эксплуатации. Методы обеспечения точности сварных узлов и конструкций на стадии проектирования путем регулирования остаточных деформаций.

### **Различные виды деформаций элементов сварных конструкций**

Перемещение конструкций балочного типа. Перемещение в оболочках. Потеря устойчивости листовых элементов от сварки. Методы уменьшения сварочных напряжений, деформаций и перемещений в конструкциях.

Литература: [1].

### **Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений**

Краткие сведения о хрупком и вязком разрушении сварных соединений. Виды хрупкого разрушения (ХР). Факторы, предопределяющие возможность ХР. Примеры хрупких разрушений сварных конструкций. Методы качественной оценки склонности отдельных зон сварного соединения к хрупкому разрушению (по волокнистости излома, по энергии разрушения образца с трещиной и др.). Элементы механики разрушения. Факторы, определяющие сопротивление хрупкому разрушению. Механические свойства зон сварного соединения и их изменение под влиянием термомодеформационного цикла сварки. Жесткость напряженно - деформированного состояния металла в вершине трещины (понятие плосконапряженного состояния и плоской деформации, влияние толщины металла). Температура эксплуатации и скорость нагружения. Влияние остаточных сварочных напряжений на сопротивление хрупкому разрушению.

Расчетные методы обоснования безопасности сварных соединений с позиции предотвращения хрупких разрушений. Влияние низких температур на свойства сварных соединений. Особенности проектирования сварных конструкций для работы при низких и криогенных температурах; требования к применяемым материалам.

Горячие трещины. Холодные трещины. Повышение сопротивляемости образованию горячих и холодных трещин.

Литература: [1].

### **Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах**

Общие представления о прочности и несущей способности сварных соединений при эксплуатации конструкций в высокотемпературной области. Длительная прочность. Ползучесть. Критерии оценки. Применяемые материалы. Влияние технологии сварки. Примеры практического использования сварных конструкций при высоких температурах эксплуатации. Анализ причин разрушения. Методы повышения длительной прочности соединений на стадии проектирования.

Литература: [1]

### **Тема 3.4.. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции**

Учет требований технологичности при выборе конструкционного материала (с позиции свариваемости, условий эксплуатации, снижения трудоемкости заготовительных операций и др.). Обеспечение требуемой точности изделия, доступности соединения для выполнения сварки заданным способом и возможности применения неразрушающих методов контроля. Примеры рациональных и нерациональных решений. Особенности проектирования соединений для роботизированной сварки. Проектирование соединений, отличающихся по толщине кромок, из материалов со специальными свойствами (алюминиевые, титановые сплавы и др.), разнородных соединений. Паяные соединения.

Литература: [1]

## **Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений**

### **Тема 3.1. Сварные строительные конструкции**

Примеры сварных строительных конструкций. Условия эксплуатации сварных строительных конструкций. Обоснование выбора конструкционного материала.

**Сварные балки.** Типы сварных балок. Определение расчетных усилий в балках методом линий влияния. Использование линий влияния для определения усилий от системы сосредоточенных сил  $P$  и равномерно распределенной нагрузки  $q$ .

Подбор сечения балок с учетом обеспечения прочности, жесткости, экономичности. Общая и местная устойчивость балок. Ребра жесткости. Расчет балок с учетом пластических деформаций. Работа балок на кручение. Сварные соединения. Стыки. Опорные части. Конструирование и расчет узлов пересекающихся балок.

Балочные клетки перекрытий и рабочих площадок. Рамы вагонов и локомотивов. Проезжая часть пролетного строения моста. Мостовой кран. Сопряжения балок различных профилей с другими элементами конструкций. Сопряжения между собой балок одинаковой и разных высот. Сопряжения балок со стойками.

Проектирование сварных конструкций из алюминия и алюминиевых сплавов. Влияние сварки на свойства соединения. Особенности расчета усталостной прочности. Проектирование сварных соединений.

**Фермы.** Понятие о фермах. Классификация ферм. Типы сварных ферм. Геометрическая неизменяемость и статическая определимость ферм. Соединения ферм в геометрически пространственную неизменяемую систему. Линии влияния усилий стержневых ферм. Определение усилий стержней ферм при нахождении груза на поясе. Определение усилий стержней фермы аналитическим методом. Деформации ферм. Примеры расчета. Схема расчета сварных ферм. Дополнительные напряжения от жесткости узлов. Типы сечений элементов сварных ферм и их расчет. Конструирование и расчет узлов сварных ферм. Концентрация напряжений в узлах и меры ее снижения. Сварные безраскосные фермы и рамы. Облегченные решетчатые фермы. Элементы несущих арматурных каркасов железобетонных конструкций.

Подбор сечения стержней. Проектирование узлов ферм и расчет сварных соединений.

Оптимизация конструкции ферм. Стыки поясов. Фермы из алюминиевых сплавов.

**Сварные стойки.** Типы поперечных сечений. Прочность и устойчивость стоек со сплошным и составным поперечным сечением при центральном приложении усилий. Прочность и устойчивость стоек при эксцентрично приложенной силе. Расчет устойчивости стойки, имеющей поперечное сечение со свободной осью. Соединительные элементы. Проектирование соединительных элементов, баз и оголовков стоек. Сварные соединения.

Типы сопряжений балок с колоннами.

Схемы опирания колонн и их расчетные схемы. Особенности работы сварных стоек и колонн. Конструкция и расчет колонн, воспринимающих центральное и внецентральное сжатие. Сплошные и сквозные колонны.

Сварные соединения арматуры железобетонных конструкций.

Литература: [1].

## **Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций**

### **Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций.**

Примеры тонко- и толстостенных сосудов. Назначение и условия работы. Выбор конструкционного материала. Отраслевая нормативная документация, регламентирующая проектирование конструкций.

Вертикальные цилиндрические резервуары с плоскими днищами. Расчет оболочек по методу Лапласа. Цистерны. Газгольдеры, каплевидные и сферические резервуары. Метод рулонирования. Применение специальных сплавов для изготовления резервуаров и цистерн.

Конструктивное оформление и схема расчета тонкостенных сосудов. Конструкция и расчет соединений, прикрепляющих днища, горловины, штуцеры, патрубки и другие элементы сосудов.

Конструктивное оформление и схема расчета толстостенных сосудов и барабанов котлов. Требования Ростехнадзора к сосудам, работающим под давлением, котлам. Проверка опасности хрупкого разрушения и малоциклового усталости.

Сварные трубы и трубопроводы. Методы расчета. Выбор материала с позиции вязкого и хрупкого разрушения. Методы повышения сопротивления разрушению трубопроводов на стадии проектирования.

Литература: [1].

## **Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа.**

### **Тема 6.1. Сварные детали машин**

Особенности конструирования и изготовления сварных деталей в машиностроении. Преимущества комбинированных сварных конструкций из литых, кованных, штампованных деталей и из проката. Комбинированные конструкции из разнородных материалов.

Учет усталостной прочности сварных соединений при проектировании деталей машин. Сварные рамы и станины, корпуса редукторов, шестерни, шкивы, барабаны и др. Сварные валы, подшипники, детали автомобилей, детали турбин. Композитные конструкции со специальными свойствами.

Надежность деталей машин. Централизованное изготовление элементов сварных конструкций.

Литература: [1].

### **Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа**

Кузов цельнометаллического вагона. Корпус судна. Стыки обшивки, узлы набора, переборки, надстроек.

Сварные каркасы производственных и многоэтажных зданий. Поперечные рамы и арки. Системы покрытий. Связи каркасных сооружений.

Литература: [1]

Таблица 5.1

## Тематика практических занятий по курсу

№ п/п	№ темы	Название работы	часы
1	1.1, 1.2	Типы сварных швов. Сварочные материалы	2
2	1.3,1.4,1.5	Механические характеристики свариваемых соединений	4
3	2.1,2.2,2.3	Напряжение, возникающие в сварных соединениях	4
4	3.1,3.2	Остаточные деформации, изменение структуры материала сварных швов	4
5	3.3	Влияние высоких температур на сварные соединения и их учет при проектировании сварных конструкций	4
6	4.1	Расчет ферм	6
7	4.1	Проектирование сварных бункеров	4
8	5.1	Проектирование листовых конструкций	4
9	6.1,6.2	Проектирование сварного барабана	4

Таблица 5.2

## Тематика лабораторных работ

№ п/п	№ темы	Название работы	часы
1	2.2	Расчет сварных соединений при статических нагрузках	4
2	3.1	Расчет подкрановой балки	8
3	3.1	Расчет колонн	6
4	4.1	Проектирование клетей и неразрезных балок	5
5	5.1	Расчет оболочек, работающих под давлением	5
6	6.1,6.2	Проектирование сварного корпуса	8

**2.3. Курсовой проект/курсовая работа**

Основной целью курсового проекта является формирование у студентов навыков самостоятельного решения задач при проектировании сварных конструкций на базе знаний, полученных при изучении дисциплины «Расчёт и проектирование сварных соединений», а также общетехнических и специальных дисциплин, технической литературы, нормативных документов, ГОСТов и других справочных материалов.

При выполнении курсового проекта должны быть освоены следующие компетенции: ПК-5; ПК-7; ПК-9.

Проект выполнять в соответствии с методическими указаниями на проектирование сварных конструкций.

Типовые темы проектов «Рассчитать и спроектировать сварную металлоконструкцию (название металлоконструкции)» выдаются преподавателем.

### РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 6

**Фонд оценочных средств текущего контроля**

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Общие принципы проектирования сварных конструкций	ФОС ТК-1	Отчет по практическим занятиям. Письменный опрос по 1 разделу (ФОС ТК-1)
2.	Проектирование сварных конструкций	ФОС ТК-2	Отчет по практическим и лабораторным занятиям. Письменный опрос по 2 разделу (ФОС ТК-2)
3.	Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений	ФОС ТК-3	Отчет по практическим и лабораторным занятиям. Письменный опрос по 3 разделу (ФОС ТК-3)
4.	Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений	ФОС ТК-4	Отчет по практическим и лабораторным занятиям. Письменный опрос по 4 разделу (ФОС ТК-4)
5.	Сварные соединения оболочковых конструкций	ФОС ТК-5	Отчет по практическим и лабораторным занятиям. Письменный опрос по 5 разделу (ФОС ТК-5)
6.	Сварные детали и конструкции смешанного типа	ФОС ТК-6	Отчет по практическим и лабораторным занятиям. Письменный опрос по 6 разделу (ФОС ТК-6)

#### Оценочные средства для текущего контроля ФОС ТК.

##### Пример вопросов по текущему контролю ФОС ТК-1.

Тема 1.1.

1. Приведите области применения неразъемных соединений.
2. Что такое композитные детали и конструкции?
3. За счёт чего можно повысить технологичность изготовления деталей?
4. Что такое тепловой режим процесса сварки?
5. Как влияет неоднородность металла сварного соединения на условие его работы?
6. Что такое конструкционная прочность сварных соединений?
7. Что такое технологическая прочность сварных соединений?

Тема 1.2.

1. Какие добавки содержат углеродистые стали?
2. Какое влияние оказывает содержание углерода в стали на ее прочность и пластические свойства?
3. Какие основные механические свойства стали Ст.3?
4. Как изменяются свойства стали Ст.3 при термообработке?
5. Каковы механические свойства малоуглеродистых сталей и как они меняются при термообработке?
6. Каковы механические свойства низколегированных сталей?
7. Какие требования будут предъявляться к сталям в будущем?
8. В чем отличие физических и механических свойств цветных сплавов от сталей?

##### Тематика практических занятий по 1 разделу:

- Типы сварных швов. Сварочные материалы

- Механические характеристики свариваемых соединений

### 3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

#### ФОС ПА-1

**Первый этап - пример тестовых заданий (\* - правильный ответ)**

<br> Какие стали относятся к сталям перлитного класса?

1. \* 10X2M, 10ГН2МФА, 15X2МФА, 15X2НМФА.
2. 08X13, 05X12Н2М, 06X12НЗД, 1X12В2МФ.
3. ХН35ВТ-ВД, 03X21Н32МЗБ, 20X20Н35.
4. 10X18Н9, 12X18Н10Т.

<br> Сопротивление ударным воздействиям стандартных образцов с надрезами, имеющими различную остроту, характеризует...,

1. Временное сопротивление разрыву  $\sigma_b$ .
2. Относительное удлинение  $\delta$ .
3. \* Ударную вязкость КС.
4. Хрупость металла

<br> Как выбирается расчетная схема конструкций.

1. С учетом отклонений, дефектов и повреждений.
2. \*С учетом мест приложения и направления действия нагрузок, фактических величин жесткостей элементов и степени защемления в узлах.
3. С учетом резервов несущей способности, выявленных при обследовании.
4. Нет правильного ответа.

<br> Какой толщины можно сваривать элементы точечной контактной сваркой?

1. От нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.
2. От долей миллиметров до нескольких сантиметров.
3. \*От долей до нескольких миллиметров.
4. Нет правильного ответа.

<br> Укажите размерность твердости по Виккерсу?

1. \*МПа.
2. Дж.
3. Дж/м.
4. Па $\sqrt{м}$

<br> Какой способ сварки наиболее распространён?

1. Электрошлаковая.
2. Электроннолучевая.
3. Контактная.
4. \*Дуговая.

**Второй этап - пример вопросов к зачёту (2 вопроса. Рейтинг одного вопроса 20 баллов)**

1. Общая классификация сварных металлоконструкций.
2. Классификация строительных сварных конструкций.
3. Классификация машиностроительных сварных конструкций.
4. Общая характеристика и классификация балок (назначение, области применения, типы поперечных сечений балок, рациональные параметры поперечных сечений, прокатные и сварные балки, их преимущества и недостатки).
5. Общая характеристика стоек (назначение, конструктивные элементы, типовые

поперечные профили).

### **ФОС ПА-2**

**Первый этап - письменный опрос ( 2 вопроса. Рейтинг одного вопроса 10 баллов)**

1. Какое основное условие в расчете оболочек по методу Лапласа?
2. Конструктивное оформление и схема расчета толстостенных сосудов и барабанов котлов
3. В чём заключается метод рулонирования?
4. Методы расчета сварных труб и трубопроводов.
5. Выбор материала для труб и трубопроводов с позиции вязкого и хрупкого разрушения.

**2 этап - пример экзаменационных вопросов (три вопроса, рейтинг одного вопроса 10 баллов)**

1. Составление технического задания на проектирование.
2. Расчетная схема сооружения. Классификация расчетных схем сооружений.
3. Определение нагрузок, действующих на основные элементы конструкции.
4. Основные принципы и алгоритм расчета и конструирования сварных балок.
5. Расчет усилий и опорных реакций в статически определимых балках.
6. Аналитический метод расчета балок на подвижную нагрузку.
7. Расчет жесткости и прочности балок, подбор сечений.
8. Принципы конструирования ферм. Конструирование и расчет поперечных сечений стержней и узлов ферм, конструкции стыковых соединений поясов.
9. Расчет размеров поперечных сечений элементов конструкции.
10. Метод расчета жесткости и прочности балок сварных конструкций.

### **ФОС ПА-3**

**Оценочные средства для защиты курсового проекта**

1. Составление технического задания на проектирование.
2. Расчетная схема сооружения. Классификация расчетных схем сооружений.
3. Определение нагрузок, действующих на основные элементы конструкции.
4. Основные принципы и алгоритм расчета и конструирования сварных балок.
5. Расчет усилий и опорных реакций в статически определимых балках.
6. Аналитический метод расчета балок на подвижную нагрузку.
7. Расчет жесткости и прочности балок, подбор сечений.
8. Расчет размеров поперечных сечений элементов конструкции.
9. Метод расчета жесткости и прочности балок сварных конструкций.
10. Конструирование узлов соединения различных частей конструкции и расчет размеров основных элементов узла.
11. Выбор и обоснование способа сварки, сварочных материалов и типа разделки кромок под сварку.
12. Расчет прочности сварных швов.
13. Выполнение чертежа конструкции.
14. Определение параметров суммарного цикла нагружения в наиболее нагруженном сварном соединении.
15. Расчет пороговых и критических характеристик для установленного наиболее опасного места конструкции.
16. Выполнение графика кинематической диаграммы разрушения на чертеже.
17. Опорные устройства плоских систем сооружений. Виды нагрузок.

### 3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения 1 семестра дисциплины проводится зачет в виде письменного задания, состоящего из двух этапов.

**Первый этап** проводится в виде тестирования с целью оценить **пороговый уровень** освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого уровня** усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы.

По итогам освоения 2 семестра дисциплины проводится экзамен в виде письменного задания, состоящего из двух этапов.

**Первый этап** проводится в виде опроса с целью оценить **пороговый уровень** освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого уровня** усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на экзаменационные вопросы.

### 3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Таблица 6

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах:	Словесное выражение
Освоен <b>превосходный</b> уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично (зачтено)
Освоен <b>продвинутый</b> уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо (зачтено)
Освоен <b>пороговый</b> уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно (зачтено)
<b>Не освоен пороговый</b> уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно (не зачтено)

## **РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **4.1.1. Основная литература:**

1. Чернышов Г.Г., Шашин Д.М. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - СПб: Лань, 2013. 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/12938/#1>

#### **4.1.2. Дополнительная литература**

1. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учебное пособие / С.С. Клименков. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 269 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Козловский С.Н. Введение в сварочные технологии. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб: Лань Пресс, 2011. - 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/700/#414>

3. Климов А.С., Смирнов И.В., Кудинов А. К., Кудинова Г. Э. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб: Лань, 2011. - 336 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/1551/#1>

4. Юрьева, Валентина Леонидовна. Проектирование сварных и литых рам для установки приводов. [Электронный ресурс]: пособие / В. Л. Юрьева, В. В. Рошин, 2012. – 32 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1686/812216.pdf/index.html>

#### **4.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Юрьева, Валентина Леонидовна. Проектирование сварных и литых рам для установки приводов. [Электронный ресурс]: пособие / В. Л. Юрьева, В. В. Рошин, 2012. – 32 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1686/812216.pdf/index.html>

2. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учебное пособие / С.С. Клименков. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 269 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Расчет и проектирование сварных соединений / разраб. В.К. Максимов.- Казань: РИЦ Школа, 2016. - 53 с. Рек. УМК ЛФ КНИТУ-КАИ

4. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Расчет и проектирование сварных соединений. Тема «Расчет и проектирование металлоконструкций мостовых кранов / разраб. В.К. Максимов.- Казань: РИЦ Школа, 2016. - 44 с. Рек. УМК ЛФ КНИТУ-КАИ

5. Электронный курс «Расчёт и проектирование сварных соединений» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=295113\\_1&course\\_id=14208\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=295113_1&course_id=14208_1)

#### **4.1.4. Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы**

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и лабораторных работ, разработкой конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей

темой лабораторного практикума, т.е. работа на «опережение» будет способствовать концентрации внимания студента на главных аспектах текущей темы, более глубокому запоминанию теоретического материала. Активное участие студента в проведении лабораторной работы будет способствовать освоению практических навыков разработки технологических процессов.

#### **4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей**

Основная задача преподавателя заключается в том, чтобы раскрыть основные теоретические положения, связанные со знанием основных методологических и теоретических основ дисциплины, роли дисциплины в будущей профессиональной деятельности и общекультурном развитии. Преподавателям на практических занятиях следует обращать внимание на выработку умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности бакалавра.

Следует добиваться исправления студентом всех ошибок, допущенных студентом при выполнении индивидуальных заданий и контрольных работ. На допущенные ошибки необходимо указать студенту при личной встрече с преподавателем, разъяснить существо ошибки и вернуть задания для доработки и исправления ошибок. Только таким путем можно добиться полного понимания методов решения практических задач, соответствующих формируемым компетенциям.

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподаваемого на лекциях и лабораторных работах. Умение пользоваться твердомерами, а также теоретические и практические знания по устройству микроскопов будут способствовать более углубленному пониманию теоретического материала.

#### **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
2. [elibrary.ru](http://elibrary.ru) – Научная электронная библиотека
3. e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»
4. ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс
5. <http://znanium.com>

##### **5.2.2 Дополнительное справочное обеспечение**

Не требуется

#### **4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- Microsoft® Windows Professional 7 Russian,
- Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian,
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8,
- Apache OpenOffice,
- CAD/CAM/CAPP система ADEM,
- Техэксперт.

#### **4.3. Кадровое обеспечение**

##### **4.3.1. Базовое образование**

Высшее образование в предметной области проектирования сварных соединений и их расчетов и /или наличие ученой степени и /или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области проектирования сварных соединений и их расчетов.

##### **4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателя:**

Наличие научных и /или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению проектирования сварных соединений и их расчетов, выполненных в течение трех последних лет.

##### **4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической

работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области проектирования сварных соединения и их расчетов на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области проектирования сварных соединения и их расчетов, либо в области педагогики.

#### 4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для реализации учебного процесса по дисциплине «Расчет и проектирование сварных соединений» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

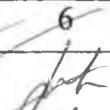
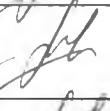
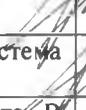
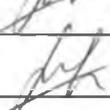
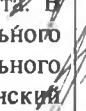
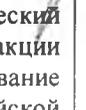
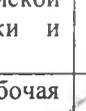
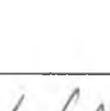
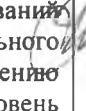
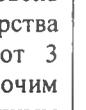
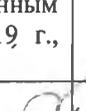
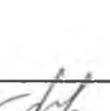
Таблица 7

#### Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
1-6	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Л. 308)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.	1 1 1 1 24:48 1 1
1-6	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	- персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в Internet; - ЖК монитор 22”; - мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	15  15 1 1  15 8:28 1 1
1-6	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Л. 103)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	15:30 1 1
4-6	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (Л. 208)	- набор чертежных измерительных инструментов; - учебные столы, стулья; - доска; - учебно – наглядные пособия.	15:30 1
1-6	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19”; - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.	9 9 9 8:25

## 5. Вносимые изменения и утверждения

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	4.2.3	25.10.17	Добавить: - NXAcademicBundle		
2.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
3.	4.2.3	30.01.18	Добавить: - Справочник конструктора ASKON.		
4.	4.2.3	20.02.18	Добавить: - автоматизированная система проектирования Компас-3D		
5.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
6.	титульный лист	31.01.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
7.	Стр.2	01.07.2019	Первый абзац читать в следующей редакции «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 957 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «01» июля 2019 г., протокол №6.		
8.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
9.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
10.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час											
		Виды учебной работы					Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:						
Итого	9 ЗЕ/324	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
		7	33Е/108	16	16	16	-	-	-	0,3	-	-	59,7
8	63Е/216	16	16	16	-	2	2	0,3	-	70	60	33,7	Экзамен, курсовой проект
<b>Итого</b>	<b>9 ЗЕ/324</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	<b>119,7</b>	<b>33,7</b>	

Таблица 1.1, б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:					Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:						
Итого	9 ЗЕ/324	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
		7	33Е/108	8	8	8	-	-	-	0,3	-	-	80
8	63Е/216	8	8	12	-	2	2	0,3	-	70	107	6,7	Экзамен, курсовой проект
<b>Итого</b>	<b>9 ЗЕ/324</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	<b>187</b>	<b>10,4</b>	

## Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 семестр								
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-1</b>
1	Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
3	Тема 1.3. Типы сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
4	Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
5	Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	14	2	0	2	10	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-2</b>
6	Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	4	1	0	1	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
7	Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	13	1	4	1	7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
8	Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	13	1	0	2	10	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>								<b>ФОС ТК-3</b>
9	Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	30	1	12	2	15	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
10	Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	6	2	0	2	2	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
11	Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	6	2	0	1	3	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
12	Тема 3.4. Проработка вопросов технологичности на стадии проектирования конструкции	5,7	2	0	1	2,7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)	0,3					ПК-5; ПК-7; ПК-9	<b>ФОС ПА-1</b>
	Всего за семестр:	108	16	16	16	59,7		
8 семестр								
<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>								<b>ФОС ТК-4</b>
13	Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	48	8	4	8	28	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>								<b>ФОС ТК-5</b>
14	Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых	28	4	4	4	16	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль

	конструкций							
	<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>							<b>ФОС ТК-6</b>
15	Тема 6.1. Сварные детали машин	16	2	4	2	8	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
16	Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	16	2	4	2	8	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	Курсовой проект	70				70		<b>ФОС ПА-3</b>
	Подготовка к промежуточной аттестации	33,7				33,7		<b>ФОС ПА-2</b>
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен, курсовой проект)	4,3						<b>ФОС ПА-2</b> <b>ФОС ПА-3</b>
	Всего за семестр:	216	16	16	16	163,7		
	<b>ИТОГО:</b>	<b>324</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>223,4</b>		

Таблица 36

**Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)**

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб. ст.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>9 семестр</b>								
<b>Раздел 1. Общие принципы проектирования сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-1</b>
1	Тема 1.1. Особенности сварных конструкций	7	1	0	0	6	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Материалы, применяемые для сварных конструкций	10	1	0	2	7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
3	Тема 1.3. Типы сварных соединений	10	1	0	2	7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
4	Тема 1.4. Механические характеристики сварных соединений	8	1	0	1	6	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
5	Тема 1.5. Методы анализа напряженно-деформированного состояния	10	0,5	0	1	8,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Проектирование сварных конструкций</b>								<b>ФОС ТК-2</b>
6	Тема 2.1. Основы проектирования сварных соединений	7	0,5	0	0	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
7	Тема 2.2. Проектный расчет сварных соединений при статических нагрузках	11	0,5	4	0	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
8	Тема 2.3. Расчет и проектирование сварных соединений, работающих при переменных нагрузках	8	0,5	0	1	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
<b>Раздел 3. Напряжение и деформация. Разрушение сварных соединений</b>								<b>ФОС ТК-3</b>
9	Тема 3.1. Напряжения и деформации, возникающие при сварке	12	0,5	4	1	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
10	Тема 3.2. Хрупкое разрушение сварных соединений	7	0,5	0	0	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
11	Тема 3.3. Особенности условий работы сварных соединений при высоких температурах	7	0,5	0	0	6,5	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
12	Тема 3.4. Проработка вопросов	7	0,5	0	0	6,5	ПК-5; ПК-7;	Текущий

	технологичности на стадии проектирования конструкции						ПК-9	контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	3,7				3,7	ПК-5; ПК-7; ПК-9	ФОС ПА-1
	Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)	0,3					ПК-5; ПК-7; ПК-9	ФОС ПА-1
	Всего за семестр:	108	8	8	8	83,7		
<b>10 семестр</b>								
	<b>Раздел 4. Примеры проектирования сварных конструкций и сооружений</b>							<b>ФОС ТК-4</b>
13	Тема 4.1. Сварные строительные конструкции	35	2	2	4	27	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	<b>Раздел 5. Сварные соединения оболочковых конструкций</b>							<b>ФОС ТК-5</b>
14	Тема 5.1. Расчет и проектирование сварных соединений оболочковых конструкций	35	2	2	4	27	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	<b>Раздел 6. Сварные детали и конструкции смешанного типа</b>							<b>ФОС ТК-6</b>
15	Тема 6.1. Сварные детали машин	33	2	2	2	27	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
16	Тема 6.2. Конструкции и сооружения смешанного типа	32	2	2	2	26	ПК-5; ПК-7; ПК-9	Текущий контроль
	Курсовой проект	70				70		<b>ФОС ПА-3</b>
	Подготовка к промежуточной аттестации	6,7				6,7		<b>ФОС ПА-2</b>
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен, курсовой проект)	4,3						<b>ФОС ПА-2</b> <b>ФОС ПА-3</b>
	Всего за семестр:	216	8	8	12	183,7		
	<b>ИТОГО:</b>	<b>324</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>267,4</b>		