

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 ключ:

d31c25eab5d6fbb0c50e93a64dfd00322a085e37a897ad1080667082c961114

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)

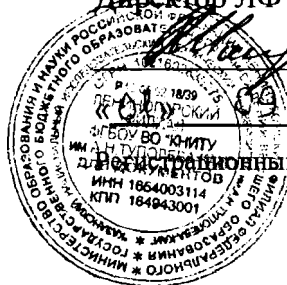
УТВЕРЖДАЮ

Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Р.А. Шамсутдинов

2017 г.

Документальный номер 0428.08/17-69



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Физико-химические процессы в сварке»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.12**

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) разработали:

к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения

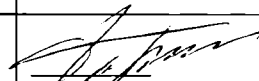
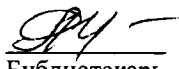
 Ухватов Н.Н.

ассистент кафедры технологии машиностроения и приборостроения

 Балахонцева Э.М.

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)

Целью освоения дисциплины является изучение физико-химических закономерностей взаимодействия металла сварного с элементами окружающей среды в зависимости от способов и параметров сварки при создании равнопрочных с основным металлом соединений.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Задачи изучения дисциплины «Физико-химические процессы в сварке»:

- получение знаний об источниках поступления кислорода, азота и водорода в расплавленный припой и сварочную ванну, околошовную зону; особенностях физико-химических процессов при сварке углеродистых; низко-, средне- и высоколегированных сталей; алюминия, магния, титана, никеля, меди, тугоплавких металлов и сплавов на их основе;
- приобретение навыков анализа физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов на их основе
- приобретение навыков выбора присадочных материалов и защитных сред для сварки конструкций из углеродистых, низко-, средне-, высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов на их основе;
- приобретение навыков определения наличия, размеров, плотности распределения неметаллических включений в металле сварного шва и околошовной зоне.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.12 «Физико-химические процессы в сварке» входит в состав вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать фундаментальные разделы физики, химии, математики. Дисциплина закладывает знания, умения, навыки и формирует компетенции необходимые для анализа физико-химических процессов при сварке, выбора определенного метода сварки и сварочных материалов в зависимости соединяемых материалов.

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

Компетенция: ПК-11.

Предшествующие дисциплины: нет.

Дисциплины, изучаемые одновременно: Основы технологии машиностроения;

Последующие дисциплины: Защита сварных соединений от коррозии; Теория коррозии и методы защиты материалов; Производственная технологическая практика; Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика; 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		Семестры	
			5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	2	72	2
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Лекции	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные работы	18	0,5	18	0,5
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Проработка учебного материала	36	1	36	1
Курсовой проект	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</i>				
Промежуточная аттестация			зачет	

Таблица 1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры	
			5	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	2	72	2
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>6</i>	<i>0,17</i>	<i>6</i>	<i>0,17</i>
Лекции	4	0,11	4	0,11
Практические занятия	2	0,06	2	0,06
Лабораторные работы	-	-	-	-
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>62</i>	<i>1,72</i>	<i>62</i>	<i>1,72</i>
Проработка учебного материала	46	1,28	46	1,28
Контрольная работа	16	0,44	16	0,44
Курсовой проект				
Курсовая работа				
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</i>	<i>4</i>	<i>0,11</i>	<i>4</i>	<i>0,11</i>
Промежуточная аттестация			Зачет	

1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ПК-11- способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий			
Знание (ПК-113) Знать: -основные законы	Знать основные законы фундаментальных разделов физики, химии,	Знать основные законы фундаментальных разделов физики, химии, математики,	Знать основные законы фундаментальных разделов физики, химии,

фундаментальных разделов физики, химии, математики, материаловедения, металлографического анализа; - основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений.	математики, материаловедения, металлографического анализа; - основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений.	материаловедения, металлографического анализа; - основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений; - требования к качеству сварных соединений и методы обеспечения качества.	математики, материаловедения, металлографического анализа; - основные методы определения процессов, протекающих при сварке; - общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; -основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений; - требования к качеству сварных соединений и методы обеспечения качества; -принцип контроля соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.
Умение (ПК-11У) Уметь: - применять методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции.	Умение применять методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - применять общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; - применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений.	Умение применять методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании; - применять общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; - применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений. - контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции.	Умение применять методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; -обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; -контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий; - применять общие принципы обеспечения качества, сварных соединений; - применять основные понятия технологичности изделий и процессов, принцип контроля на технологичность сварных соединений; -контролировать соблюдение технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции.

Владение (ПК-11В) Владеть: - методами математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции. - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.	Владение методами математического анализа, моделирования, а также методами применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции; - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.	Владение методами математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции; - методами применения общих и нормативных принципов обеспечения качества, сварных соединений;	Владение методами математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, а также применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - методами контроля соблюдения технологической дисциплины при производстве изделий сварной конструкции; - методами обеспечения технологичности сварных изделий и сварочных процессов.
--	--	---	---

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	Раздел дисциплины	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	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Введение	10	3			7	ПК-11	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами окружающей среды	18	3		6	7	ПК-11	Текущий контроль
	Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля							ФОС ТК-2
3	Тема 2.1. Сварочные материалы	11	4			7	ПК-11	Текущий контроль
4	Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов	17	4		6	7	ПК-11	Текущий контроль
5	Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля	18	4		6	8	ПК-11	Текущий контроль
	Зачет						ПК-11	ФОС ПА
	ИТОГО:	72	18		18	36		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	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	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Введение	10	1			9	ПК-11	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного	12	1	2		9	ПК-11	Текущий контроль

	соединения с элементами окружающей среды							
	Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля							ФОС ТК-2
3	Тема 2.1. Сварочные материалы	10	1			9	ПК-11	Текущий контроль
4	Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов	9,5	0,5			9	ПК-11	Текущий контроль
5	Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля	10,5	0,5			10	ПК-11	Текущий контроль
	Контрольная работа	16				16		
	Всего за семестр:	68	4	2		62		
	Зачет	4					ПК-11	ФОС ПА
	ИТОГО:	72	4	2		66		

Таблица 4

Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-11		
	ПК-11З	ПК-11У	ПК-11В
Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой			
Тема 1.1. Введение	+		+
Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами окружающей среды	+	+	+
Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля			
Тема 2.1. Сварочные материалы	+		+
Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов	+	+	+
Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля	+	+	+

2.2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой.

Тема 1.1. Введение

Сущность и роль физико-химических процессов при сварке, пайке и литье. Сравнительные особенности физико-химических процессов при сварке, пайке и литье.

Понятие и оценка свариваемости металлов и сплавов. Критерии оценки свариваемости, основные группы.

Литература: [1], [2]

Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами окружающей среды

Основные реакции с кислородом, водородом, серой, фосфором в зоне сварного соединения при различных способах сварки. Влияние кислорода на качество сварного шва и паяного соединения. Химические реакции взаимодействия кислорода с элементами, входящими в состав расплавленного металла шва. Источники поступления кислорода в сварную ванну, околошовную зону и в зону пайки. Реакции взаимодействия железа с кислородом воздуха, с окисными пленками на свариваемых поверхностях, материалами электродных покрытий из флюсов, парами воды. Реакции выгорания углерода, легирующих

элементов и примесей из расплавленного металла шва и околошовной зоны. Влияние кислорода в виде твердого раствора и окислов в металле шва на характеристики прочности, пластичности, ударной вязкости, стойкости металла шва коррозии, склонности к старению. Раскисление металла шва марганцем, кремнием, углеродом, алюминием.

Влияние азота на качество сварного и паяного шва. Источники поступления азота в сварочную ванну. Реакции взаимодействия азота с металлом сварного шва сталей и цветных металлов и сплавов. Диаграмма растворимости азота в железе. Влияние способа сварки на содержание азота в металле сварного шва. Влияние азота на структуру и механические свойства металла сварного шва. Способы защиты сварочной ванны от взаимодействия с азотом при сварке сталей и цветных металлов и сплавов.

Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного шва с водородом. Источники поступления водорода в сварочную ванну. Диаграмма растворимости водорода в железе с повышением температуры. Реакции взаимодействия металла шва с водородом. Размещение продуктов взаимодействия металла шва с водородом в структуре сталей и сплавов и их влияние на механические свойства сварного соединения. Способы предотвращения насыщения металла сварного шва водородом.

Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного и паяного шва с серой и фосфором. Диаграммы состояния систем железо-сера и железо-фосфор. Источники поступления серы и фосфора в сварочную ванну.

Понятие о красноломкости и хладноломкости металла сварного шва и основного металла. Сварного шва и основного металла. Способы уменьшения в металле сварного шва количества серы и фосфора.

Легирование металла сварного шва. Сущность и цель легирования. Способы легирования металла сварного шва. Выгорание и способы компенсации количества легирующих элементов в процессе сварки.

Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке алюминия, магния, титана и их сплавов.

Литература: [1], [2]

Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля

Тема 2.1. Сварочные материалы.

Классификация методов сварки. Сварочные материалы для ручной дуговой сварки. Состав металлического стержня при сварке углеродистых сталей обыкновенного качества и качественных сталей; легированных конструкционных, легированных теплоустойчивых сталей; высоколегированных сталей с особыми свойствами; наплавки поверхностных слоев с различными свойствами. Виды покрытия электродов. Шлакообразующие, газообразующие, раскисляющие, легирующие, компенсирующие, стабилизирующие, пластифицирующие и связующие компоненты в составе покрытий электродов, флюсов при сварке под слоем флюса основного металла. Защитные газы (Ge, Ar, CO₂) при сварке и пайке в их среде. Шлаковые фазы и их назначение. Главные компоненты шлаковых фаз по химическому характеру: кислотные, основные, нейтральные. Сварочные шлаки по составу: алюмосиликатные, без кислородные (фторидные). Их состав, свойства и назначение. Распределение марганца и кремния между шлаком и металлом. Удаление шлаками нежелательных в сварном шве серы, фосфора и др. элементов.

Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке никеля, тугоплавких и разнородных металлов.

Литература: [1], [2]

Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов

Физико-химические процессы при сварке углеродистых сталей. Выбор металлургического варианта сварки. Методы десульфации и дефосфорации при сварке плавлением.

Физико-химические процессы при сварке покрытыми электродами, самозащитной

сварочной порошковой проволокой, под слоем флюса, в атмосфере защитных газов, электрошлаковой сварке, газовой сварке.

Физико-химические процессы при сварке низко-, средне-, высоколегированных сталей.

Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния сварных соединений из углеродистых низко-, средне- и высоколегированных сталей.

Особенности физико-химических процессов, которые протекают при сварке меди и ее сплавов, средне- и высоколегированных сталей.

Литература: [1], [2]

Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля

Дефекты в металле шва и околошовной (ЗТВ) зоне при сварке сталей различных структурных классов: горячие и холодные трещины, межкристаллитная и ножевая коррозия, охрупчивание металла в различных зонах сварного соединения.

Основные разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений (макро- и микроисследования, определение твердости, испытания на разрыв, ударную вязкость и др.).

Литература: [1], [2]

Содержание лабораторных занятий

Таблица 5а

Тематика лабораторных занятий для очной формы обучения

№ п/п	№ темы	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)
1	1.2	Микроскопический метод определения серы в сварном соединении	3
2	1.2	Макроскопический метод определения фосфора в сварном соединении	3
3	2.2	Физико-химические процессы в ЗТВ при сварке углеродистых сталей	6
4	2.3	Контроль качества сварных соединений. Дефекты сварочных соединений.	6

Содержание практических занятий

Таблица 5б

Тематика практических занятий для студентов заочной формы обучения

№ п/п	№ темы	Темы	Трудоемкость (час.)
1	1.2	Микроскопический метод определения серы в сварном соединении	2

2.3. Курсовой проект/курсовая работа

Курсовой проект/курсовая работа по дисциплине в соответствии с учебным планом не предусмотрен.

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.	Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой	ФОС ТК-1	Защита лабораторной работы. Письменный опрос по ФОС ТК-1
2.	Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля	ФОС ТК-2	Защита лабораторной работы. Письменный опрос по ФОС ТК-2

Пример вопросов для проведения письменного опроса текущего контроля знаний (по разделам)

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины ФОС ТК-1

1. Сущность микроскопического определения серы в сварном соединении
2. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
3. Сущность и методика определения углерода и фосфора в сварном шве, ЗТВ и основном металле.
4. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния сварных соединений из углеродистых низко-, средне- и высоколегированных сталей.
5. Особенности физико-химических процессов, протекающих при пайке металлов и сплавов
6. Сварочные материалы, которые используются при сварке сталей, цветных металлов и сплавов
7. Природа происхождения коррозии в металлах и сплавах
8. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
9. Дефекты сварных конструкций, их природа при сварке средне- и высоколегированных сталей.
10. Дайте определение процессу сварки.

Лабораторные работы (для очной формы обучения)

1. Микроскопический метод определения серы в сварном соединении.
2. Макроскопический метод определения фосфора в сварном соединении

Практические занятия для студентов заочной формы обучения

1. Микроскопический метод определения серы в сварном соединении

Вопросы для текущего контроля освоения дисциплины ФОС ТК-2

1. В чем состоит принципиальное отличие сварки плавлением от сварки давлением? Основные реакции с кислородом, водородом, серой, фосфором в зоне сварного соединения при различных способах сварки.
2. Влияние азота на качество сварного и паяного шва.
3. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного шва с водородом. Источники поступления водорода в сварочную ванну.
4. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного и паяного шва с

- серой и фосфором.
5. Легирование металла сварного шва. Сущность и цель легирования.
 6. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке алюминия, магния, титана и их сплавов.
 7. Шлаковые фазы и их назначение. Главные компоненты шлаковых фаз по химическому характеру: кислотные, основные, нейтральные.
 8. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке никеля, тугоплавких и разнородных металлов.
 9. Физико-химические процессы при сварке углеродистых сталей.
 10. Какой участок в зоне термического влияния сварного соединения обладает пониженными механическими свойствами по сравнению с основным металлом?
 11. С какой целью наносится покрытие на электроды для ручной дуговой сварки?
 12. Физико-химические процессы при сварке покрытыми электродами, самозащитной сварочной порошковой проволокой, под слоем флюса, в атмосфере защитных газов, электрошлаковой сварке, газовой сварке.
 13. Особенности физико-химических процессов, которые протекают при сварке меди и ее сплавов, средне- и высоколегированных сталей.
 14. Дефекты в металле шва и околошовной зоне (ЗТВ) при сварке сталей различных структурных классов: горячие и холодные трещины, межкристаллитная и межзлаковая коррозия, охрупчивание металла в различных зонах сварного соединения.
 15. Основные разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений (макро- и микроисследования, определение твердости, испытания на разрыв, ударную вязкость и др.).

Лабораторные работы для очной формы обучения

1. Физико-химические процессы в ЗТВ при сварке углеродистых сталей.
2. Контроль качества сварных соединений. Дефекты сварочных 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.

Первый этап: письменный опрос. Второй этап: выполнение письменного задания.

Первый этап: контрольные вопросы (4 вопроса из пройденных разделов, рейтинг одного вопроса 5 баллов (полный, развернутый правильный ответ))

1. Сущность микроскопического определения серы в сварном соединении
2. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
3. Сущность и методика определения углерода и фосфора в сварном шве, ЗТВ и основном металле.
4. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния сварных соединений из углеродистых низко-, средне- и высоколегированных сталей.
5. Особенности физико-химических процессов, протекающих при пайке металлов и сплавов
6. Сварочные материалы, которые используются при сварке сталей, цветных металлов и сплавов
7. Природа происхождения коррозии в металлах и сплавах
8. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
9. Дефекты сварных конструкций, их природа при сварке средне- и высоколегированных сталей.
10. Дайте определение процессу сварки. В чем состоит принципиальное отличие сварки плавлением от сварки давлением? Основные реакции с кислородом, водородом, серой, фосфором в зоне сварного

соединения при различных способах сварки.

11. Влияние азота на качество сварного и паяного шва.
12. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного шва с водородом. Источники поступления водорода в сварочную ванну.
13. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного и паяного шва с серой и фосфором.
14. Легирование металла сварного шва. Сущность и цель легирования.
15. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке алюминия, магния, титана и их сплавов.
17. Шлаковые фазы и их назначение. Главные компоненты шлаковых фаз по химическому характеру: кислотные, основные, нейтральные.
18. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке никеля, тугоплавких и разнородных металлов.
20. Физико-химические процессы при сварке углеродистых сталей.
21. Какой участок в зоне термического влияния сварного соединения обладает пониженными механическими свойствами по сравнению с основным металлом?
22. С какой целью наносится покрытие на электроды для ручной дуговой сварки? Физико-химические процессы при сварке покрытыми электродами, самозащитной сварочной порошковой проволокой, под слоем флюса, в атмосфере защитных газов, электрошлаковой сварке, газовой сварке.
23. Особенности физико-химических процессов, которые протекают при сварке меди и ее сплавов, средне- и высоколегированных сталей.
24. Дефекты в металле шва и околошовной зоне (ЗТВ) при сварке сталей различных структурных классов: горячие и холодные трещины, межкристаллитная и межзлаковая коррозия, охрупчивание металла в различных зонах сварного соединения.
25. Основные разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений (макро- и микроисследования, определение).

Второй этап: письменные ответы на вопросы (2 вопроса по пройденным темам, рейтинг одного вопроса 15 баллов (полный, правильный развернутый ответ))

1. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
2. Сущность и методика определения углерода и фосфора в сварном шве, ЗТВ и основном металле.
3. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния сварных соединений из углеродистых низко-, средне- и высоколегированных сталей.
4. Особенности физико-химических процессов, протекающих при пайке металлов и сплавов
5. Сварочные материалы, которые используются при сварке сталей, цветных металлов и сплавов
6. Природа происхождения коррозии в металлах и сплавах
7. Сущность микроскопического определения серы в сварном соединении
8. Основные зоны в сварном соединении низкоуглеродистых сталей
9. Дефекты сварных конструкций, их природа при сварке средне- и высоколегированных сталей.
10. Дайте определение процессу сварки.
11. В чем состоит принципиальное отличие сварки плавлением от сварки давлением?
12. Основные реакции с кислородом, водородом, серой, фосфором в зоне сварного соединения при различных способах сварки.
13. Влияние азота на качество сварного и паяного шва.
14. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного шва с водородом. Источники поступления водорода в сварочную ванну.
15. Физико-химические процессы взаимодействия металла сварного и паяного шва с

серой и фосфором.

16. Легирование металла сварного шва. Сущность и цель легирования.
17. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке алюминия, магния, титана и их сплавов.
18. Шлаковые фазы и их назначение. Главные компоненты шлаковых фаз по химическому характеру: кислотные, основные, нейтральные.
19. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке никеля, тугоплавких и разнородных металлов.
20. Физико-химические процессы при сварке углеродистых сталей.
21. Какой участок в зоне термического влияния сварного соединения обладает пониженными механическими свойствами по сравнению с основным металлом?
22. С какой целью наносится покрытие на электроды для ручной дуговой сварки?
23. Физико-химические процессы при сварке покрытыми электродами, самозащитной сварочной порошковой проволокой, под слоем флюса, в атмосфере защитных газов, электрошлаковой сварке, газовой сварке.
24. Особенности физико-химических процессов, которые протекают при сварке меди и ее сплавов, средне- и высоколегированных сталей.
25. Дефекты в металле шва и околошовной зоне (ЗТВ) при сварке сталей различных структурных классов: горячие и холодные трещины, межкристаллитная и ножевая коррозия, охрупчивание металла в различных зонах сварного соединения.
26. Основные разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений (макро- и микроисследования, определение твердости, испытания на разрыв, ударную вязкость и др.).

3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

Первый этап проводится в виде письменного опроса. Письменный опрос 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.

3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Таблица 7

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1.1. Основная литература:

1. Смирнов И.В. Сварка специальных сталей и сплавов. [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. - СПб: Лань, 2012. - 272 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2771/#1>
2. Физико-химические основы технологических процессов и обработки конструкционных материалов: Уч. пос./ Р.Г. Тазетдинов. - 2-е изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=416469>

4.1.2. Дополнительная литература:

1. Федосов С.А., Оськин И.Э. Основы технологии сварки: учебное пособие.- М.: Машиностроение, 2012. 125 с. Доп. УМО
2. Айзатулов Р.С. Теоретические основы сталеплавленного производства. [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. - М.: МИСИС, 2002. - 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/1824/#5>
3. Теория сварочных процессов: учебник / под ред. В.М. Неровного. - М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2016. - 702 с. - Рек. УМО

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

1. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие.- М.: Машиностроение, 2013. - 576 с. -Доп. УМО
2. Фролов ВА Технология сварки плавлением и термической резки металлов: учебное пособие.- М.: ИНФРА-М, 2011.- 448 с.- Доп. УМО
3. Ковалев Н.А. Справочник сварщика. - Ростов н/Д: Феникс, 2012. - 350 с.

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.

4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1 Основное информационное обеспечение

•e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева

•elibrary.ru – Научная электронная библиотека

•e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»

•ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс

•<http://znanium.com>

4.2.2 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,
- Техэксперт.

4.3.1 Базовое образование

Ведущий преподаватель дисциплины должен иметь базовое образование в области материаловедения, химии металлов, металловедения и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины.

Преподаватель, ведущий лабораторные работы должен иметь базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Преподаватель должен обладать глубокими знаниями, достаточной квалификацией и опытом деятельности в области материаловедения, химии металлов, металловедения.

Преподаватель должен участвовать в научно-исследовательской работе кафедры, участвовать в организуемых в рамках тематики направлений исследований кафедры семинарах и конференциях. Руководить научно-исследовательской работой студентов, систематически выступать на региональных и международных научных конференциях, публиковать научные работы.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); преподавательский опыт работы в области преподаваемой дисциплины и на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Преподаватель, ведущий практические занятия, должен организовывать внеаудиторную самостоятельную работу студентов, а также осуществлять текущий контроль знаний студентов.

Вести методическую работу на уровне написания учебных пособий и методических указаний; разрабатывать учебные пособия, методическое обеспечение практических занятий. Разрабатывать и ежегодно обновлять лекционный курс в соответствии с образовательной программой по учебной дисциплине на основе современного уровня развития науки и прогрессивных педагогических технологий. Создавать и модернизировать учебно-методический комплекс по дисциплине, в том числе:

- рабочую программу по дисциплине;
- методические пособия, разработки или указания по видам занятий: лекционному курсу, практическим занятиям и самостоятельной работе студентов под контролем преподавателя;
- комплекты вопросов, задач, примеров, тестов для ФОС;

В целях повышения научно-методического уровня систематически посещать лекции и практические занятия ведущих преподавателей кафедры. Осваивать и внедрять в свою деятельность современные педагогические и информационные технологии. Работать над повышением своей профессиональной квалификации (курсы повышения квалификации, стажировки, научно-практические конференции, совещания, семинары и т. д.).

Преподаватель, ведущий практические занятия, под руководством ведущего преподавателя должен принимать участие в разработке учебных пособий, методического

обеспечения практических занятий и семинаров. В целях повышения научно-методического уровня должен систематически посещать лекции и практические занятия ведущих преподавателей кафедры.

4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

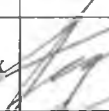
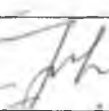
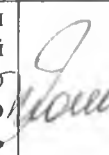
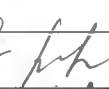
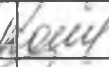
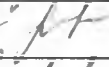
Таблица 8

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, технических средств обучения	Количество единиц
1-2	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 2 24:48 1 1
1-2	Учебная аудитория (Лаборатория сварочного производства) (Л. 9)	- учебный сварочный пост для ручной дуговой сварки: - учебные сварочные кабины; - сварочный инвертор LincolnElectric “Invertec V350-PRO” для ручной дуговой сварки; - аппарат сварочный ФОРСАЖ-315 М; - набор электрододержателя на 300А; - стол сварщика; - стеллаж для заготовок; - печь для проковки электродов; - УШС-3; - универсальный шаблон Ушера-Маршака; - учебный сварочный пост для полуавтоматической сварки в среде CO2: - учебные сварочные кабины; - сварочный инвертор LincolnElectric “Invertec V350-PRO” для полуавтоматической сварки в среде CO2; - блок подающего механизма LincolnElectric “LF-37”; - газовая горелка; - тележка для установки защитного газа и подающего механизма. - учебный сварочный пост для сварки в среде инертных газов; - аппарат сварочный ФОРСАЖ-315 АД ; - комплект доп. Аксессуаров к сварочному аппарату ВИАМ; - универсальные шлифовальные машины; - набор ВИК (визуально измерительный контроль); - учебно – наглядные пособия	1 1 2 1 3 3 1 1 3 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 5 1
1-2	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;	15 15 1 1

		- локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	15 8:28 1 1
1-2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К. 108)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	8:16 1 1
1-2	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.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
2.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
3.	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»		
4.	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.		
5.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
6.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
7.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр		Виды учебной работы											
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.:					
		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
5	2 ЗЕ/72	16	16	-	-	-	-	0,3	-	-	39,7	-	зачёт
Итого	2 ЗЕ/72	16	16	-	-	-	-	0,3	-	-	39,7	-	зачёт

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр		Виды учебной работы											
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.:				
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													
5	2 ЗЕ/72	4	-	2	-	-	-	0,3	-	-	62	3,7	зачёт
Итого	2 ЗЕ/72	4	-	2	-	-	-	0,3	-	-	62	3,7	зачёт

Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Введение	10	3			7	ПК-11	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами окружающей среды	16	3		6	7	ПК-11	Текущий контроль
	Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля							ФОС ТК-2
3	Тема 2.1. Сварочные материалы	11	4			7	ПК-11	Текущий контроль
4	Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов	17	4		6	7	ПК-11	Текущий контроль
5	Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля	17,7	2		4	11,7	ПК-11	Текущий контроль
	Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)	0,3					ПК-11	ФОС ПА
	ИТОГО:	72	16		16	39,7		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Коды компетенци й	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Раздел 1. Взаимодействие металла сварного соединения с окружающей средой							ФОС ТК-1
1	Тема 1.1. Введение	14	1			13	ПК-11	Текущий контроль
2	Тема 1.2. Особенности физико-химических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами	15	1	2		12	ПК-11	Текущий контроль

	окружающей среды							
	Раздел 2. Особенности сварки и сварочные материалы. Дефекты сварки и методы контроля							ФОС ТК-2
3	Тема 2.1. Сварочные материалы	13	1			12	ПК-11	Текущий контроль
4	Тема 2.2. Особенности физико-химических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов	12,5	0,5			12	ПК-11	Текущий контроль
5	Тема 2.3. Дефекты сварного соединения и методы их контроля	13,5	0,5			13	ПК-11	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	3,7				3,7	ПК-11	ФОС ПА
	Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)	0,3					ПК-11	ФОС ПА
	ИТОГО:	72	4	2		65,7		