

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 24 » мая 20 24 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Моделирование процессов сварки и родственных технологий  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инновационные технологии сварочных процессов и  
керамические покрытия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Усвоение студентами наиболее важных сведений о моделировании, принципах построения, структуре и методологии использования решений тепловых задач моделирования, предназначенных для прогнозирования моделей формирования геометрических параметров сварочной ванны, валика сварных соединений конструкций.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основные термины и понятия теории моделирования. Структура и методы процессов сварки, методы моделирования, математическое, техническое и другие виды обеспечения. Математические модели объектов моделирования и алгоритмы решений задач сварочного производства. Типовые задачи сварочного производства как объекты моделирования процессов сварки и наплавки.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основы метаматематического обеспечения при планировании научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов; объекты моделирования в области сварки; виды математического моделирование сварочного производства.	Знает основы планирования научно-исследовательских работ по исследованию перспективных технологических процессов и материалов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет координировать работу по оценке технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов сварочного производства и обеспечения новых потребительских требований к продукции; формулировать цели, ставить задачи исследований процессов сварки, выбирать способы и методики выполнения исследований и составлять программы для проведения этих исследований.	Умеет координировать работу по оценке технологий и материалов, необходимых для производства новых продуктов и обеспечения новых потребительских требований к продукции	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками планирования и координации научно-исследовательских работ; навыками подготовки математически обработанных данных при оформлении и раз-работке научно-технических отчетов, публикаций и конструкторско-технологических документов по сварке.	Владеет навыками планирования и координации научно-исследовательских работ	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, прогнозирование сварочных процессов, размеров сварных соединений, сварочное и вспомогательное оборудование.	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование	Дифференцир ованный зачет
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	Умеет разрабатывать техническую и техно-логическую подготовку сварочного производства, подготовку документации	Умеет разрабатывать планы по технической и технологической подготовке сварочного производства и	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		и производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям.	производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям	
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	Владеет навыками разработки и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, повышению качества и надежности сварных конструкций на основе моделирования сварочных процессов, внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда.	Владеет навыками разработки и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, повышению качества и надежности сварных конструкций, внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	62	62	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Основные понятия моделирования сложных систем при сварке и наплавке. Математическая постановка краевых задач теплопроводности.	5	0	6	16
Математическая постановка краевых задач уравнений теплопроводности. Математическое описание сварочных источников теплоты. Источники теплоты, применяемые для нагрева тел при сварке и наплавке. Характер распределенности в пространстве, времени действия и движения относительно тела. Математическое описание мгновенных точечных источников теплоты. Форма сварочных источников. Форма сварочных источников. Математическое описание источников теплоты. Решение уравнений теплопроводности с помощью метода функций Грина. Описание и построение функций Грина. Одномерные задачи теплопроводности со сварочными источниками тепла.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Трехмерные математические модели.	5	0	6	16
Решение типовых интегралов в сварочных задачах. Постановка задач и решение интегралов при построении тепловых моделей процессов сварки и наплавки. Термические циклы сварки и мгновенные скорости охлаждения для способов сварки плавлением и сварки сопротивлением. Термический цикл при сварке без подогрева. Термический цикл сварки с подогревом.				
Сварка высококонцентрированными источниками энергии.	4	0	8	12
Электронно-лучевая сварка. Расчет геометрии шва при заданных параметрах источника нагрева. Расчет распределения температурных полей. Построение изолиний для оценки формы сварочной ванны, ее длины и формы проплавления. Лазерная сварка. Расчет геометрии шва при заданных параметрах источника нагрева. Расчет распределения температурных полей. Построение изолиний для оценки формы сварочной ванны, ее длины и формы проплавления.				
Наплавка и ремонт сваркой (заварка дефектов).	4	0	6	18
Расчет термических циклов и мгновенных скоростей охлаждения для способов наплавки. Расчет геометрии наплавленного валика при заданных параметрах источника нагрева. Расчет распределения температурных полей. Построение изолиний для оценки формы валика, его длины и формы проплавления. Расчет термических циклов и мгновенных скоростей охлаждения для способов сварки при ремонте. Расчет геометрии шва при заданных параметрах источника нагрева для заварки дефекта со сквозной выборкой. Расчет распределения температурных полей. Построение изолиний для оценки формы сварочной ванны, ее длины и формы проплавления.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	26	62
ИТОГО по дисциплине	18	0	26	62

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Математическое описание мгновенного точечного источника теплоты в бесконечной пластине.
2	Построение функции Грина в подвижной системе координат. Моделирование термического цикла сварки при нагреве стержня за счет плоского источника в зоне контакта при заданных режимах.
3	Расчет термического цикла для мгновенного нормально-кругового источника при дуговой сварке с подогревом жаростойких сталей.
4	Исследование зависимости формы шва от параметров режима при электронно-лучевой сварке жаропрочных сплавов на никелевой основе.
5	Исследование зависимости формы шва от параметров режима при лазерной сварке жаропрочных сплавов на никелевой основе.
6	Анализ геометрии наплавленного валика при изменении параметров источника нагрева при лазерной и СМТ наплавки.
7	Термический цикл при заварке дефектов со сквозной выборкой. Построение изотермических линий для оценки формы сварочной ванны.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Математическое моделирование и инженерные методы расчёта в сварке. Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете MATHCAD. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 118 с.	33
2	Математическое моделирование сварочных процессов : учебное пособие. Ленинград : Изд-во ЛГТУ, 1991. 79 с.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Коновалов А. В., Куркин А. С., Макаров Э. Л., Неровный В. М. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 749 с.	68
2	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 703 с. 57,2 усл. печ. л.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л., Куркин А. С. 2-е изд. Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. 702 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410</a>	локальная сеть; авторизованный доступ



Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Хаустов С. В., Харламов В. О., Кузьмин С. В. Численное моделирование тепловых процессов в сварке : учебно-методическое пособие. Волгоград : ВолгГТУ, 2016. 60 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157180">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157180</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Математическое моделирование и инженерные методы расчёта в сварке. Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете MATHCAD : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2715">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2715</a>	локальная сеть; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRsmart	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	персональный компьютер	8

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Моделирование процессов сварки  
и родственных технологий»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Передовая инженерная школа «Высшая школа авиационного двигателестроения»
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 2	<b>Семестр:</b> 3
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Дифф. зачёт:	3 семестр

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине " **Моделирование процессов сварки и родственных технологий** " является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (третьего семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине " Моделирование процессов сварки и родственных технологий " (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР		Дифф. зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> знать основные понятия, процессы и предметные области для управления процессами моделирования в сварке и наплавке	С1		ОПЗ 1, 2, 3	КР2		ТВ
<b>3.2</b> знать решения уравнений теплопроводности для сварочных процессов;	С1		ОПЗ 4, 5, 6	КР1		ТВ
<b>3.3.</b> знать формы сварочных источников, применимых в современном сварочном процессе; формы описания термических циклов при сварке и родственных технологиях	С1		ОПЗ 7, 8	КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь строить математические модели задач моделирования; применять элементы моделирования сварочных процессов, процессов наплавки и ремонта сварных соединений, решать уравнения теплопроводности;			ОПЗ 1, 2, 3	КР2		ПЗ
<b>У.2</b> уметь ставить задачи сварочного производства при разработке моделей программных комплексов			ОПЗ 4, 5, 6	КР1		ПЗ

моделирования;						
<b>У.3.</b> уметь строить трехмерные математические модели для прогнозирования размеров сварочной ванны и наплавленных слоев			ОПЗ 1, 2, 3, 7, 8	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками анализа информации для оценки тепловых процессов при сварке			ОПЗ 1, 2, 3			ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками разработки математических моделей и алгоритмов решения задач сварки;			ОПЗ 4, 5, 6			ПЗ
<b>В.3</b> владеть навыками получения и обработки информации при решении задач моделирования в сварке			ОПЗ 7, 8			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме отчетов по практическим работам и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Отчет по практической работе**

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Отчет по практической работе сдается индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Общие сведения о моделировании», вторая КР – по модулю 2 «Моделирование сварочных и родственных процессов».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Основные понятия из области моделирования. Функции Грина и Дирака
2. Решение уравнений теплопроводности для сварочных процессов

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Формы сварочных источников
2. Формы описания термических циклов при сварке и родственных процессов.
3. Трехмерные математические модели.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифф.зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Плотность теплового потока.
2. Закон теплопроводности Фурье.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
4. Условия однозначности в тепловых расчетах.
5. Функция Грина.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Описание мгновенного точечного источника, вводимого в точке с координатами (a, b, c) при  $t=0$ .
2. Описание непрерывно действующего комбинированного источника, линейного по глубине и точечного по поверхности.
3. Расчет функции Грина при разных краевых условиях для одномерных нестационарных тепловых процессов

###### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Рассчитать термический цикл и мгновенную скорость охлаждения для заданного сварочного процесса.
2. Решить одномерную задачу теплопроводности по заданному сварочному источнику тепла.
3. Описать задачу теплопроводности для нагрева полубесконечной

пластины мгновенным плоским источником тепла.

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифф.зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.