

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

« 03 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Методология научных исследований и компьютерного  
моделирования в сварке  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машиностроение (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование знаний в области планирования, организации научных исследований и моделирования процессов при сварке, обработки результатов экспериментов в машиностроении для контроля и управления процессами.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Классификация объектов исследования.  
Метрологическое обеспечение эксперимента.  
Основы теории погрешностей.  
Статистическая обработка эмпирических данных.  
Планирование эксперимента с элементами регрессионного анализа.  
Метод анализа размерностей.  
Практическая номография.  
Методы моделирования.  
Аналитические модели сварочных процессов.  
Численное моделирование  
Современное программное обеспечение.

### 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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

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 основные этапы и составные части научно-исследовательских работ и основы планирования эксперимента при исследовании технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств; основы метрологического обеспечения эксперимента, методы статистической обработки экспериментальных данных автоматизированного проектирования; методы, применяемые при научных исследованиях; классификацию расчетных схем сварочных процессов и способы решения краевых задач теплопроводности	Знает принципы подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет составлять планы проведения научно-исследовательских работ с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; выбирать необходимые приборы для проведения исследований; оценивать результаты исследований и внедрения с использованием регрессионного анализа; моделировать технические объекты и технологические процессы в сварке.	Умеет проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками планирования научно-	Владеет навыками разработки проекты	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследовательских и опытно-конструкторских работ с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; навыками проведения экспериментов по заданным методикам, обработки и анализа результаты экспериментов	календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	25	25	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Роль научных исследований в современном мире.	1	0	0	4
Связь научных исследований и современных технологических процессов сварки. Компьютеризация научных исследований. Роль научных исследований в учебном процессе.				
Общие сведения о методологии научного познания. Организация и управление научным коллективом.	1	0	2	4
Определение и характеристика методологии научного познания. Общие черты независимо от области исследований. Уровни и методы исследований. Методы эмпирического уровня исследований. Методы теоретического уровня исследований. Методы комплексного эмпирического и теоретического уровня исследований. Этапы и составные части научно-исследовательских работ. Поиск научной информации. Разработка методики теоретического и экспериментального исследования. План эксперимента. Методы оценки экономической эффективности исследования. Основные принципы организации и управления научным коллективом.				
Метрологическое обеспечение эксперимента.	1	0	0	4
Определение метрологии. Понятие об измерении. Обеспечение единства измерений. Погрешность и точность измерений. Средства измерений.				
Статистическая обработка эмпирических данных.	2	0	2	4
Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики. Плотность и интегральная функция распределения случайных величин. Основные параметры теоретического и эмпирического распределения. Техника вычисления параметров эмпирического распределения. Нормальное распределение. Нормированное нормальное распределение. Нормированная функция Лапласа. Определение доверительных границ математического ожидания.				
Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса.	2	4	4	8
Основные понятия и определения. Полный факторный эксперимент. Матрицы планирования при большом числе факторов. Дробный факторный эксперимент. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов. Пример применения метода Бокса-Уилсона. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов. Крутое восхождение по поверхности отклика. Установление вида зависимости между двумя переменными величинами. Корреляционная зависимость.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Матричный подход к регрессионному анализу. Метод наименьших квадратов для одного фактора. Основные операции над матрицами. Регрессионный анализ. Примеры применения матричного метода.	2	4	2	8
Метод анализа размерностей.	2	3	2	8
Единицы физических величин. Размерности физических величин. Вывод формул и уравнений методом анализа размерностей. Практическое применение метода размерностей и его эффективность.				
Практическая номография.	2	4	2	8
Сущность метода. Погрешность технических расчетов при аналитических методах вычислений. Погрешность технических расчетов при номографических методах вычислений. Сетчатые номограммы с равномерными шкалами. Уравнения с двумя и тремя переменными. Сетчатые номограммы с логарифмическими шкалами. Логарифмические координаты. Построение логарифмических сеток. Построение номограмм на логарифмических сетках. Уравнения с тремя и более переменными.				
Уравнение теплопроводности и способы его решения.	2	4	4	8
Уравнение теплопроводности. Основные понятия и определения теории теплопроводности. Последовательность вывода дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного и трехмерного случая. Решение уравнений теплопроводности. Функция Грина. Общие сведения о решении уравнения теплопроводности методом конечных разностей (численные методы) для одномерной задачи теплопроводности.				
Построение математических моделей электродуговой сварки, контактной стыковой сварки сопротивлением, электронно-лучевой сварки.	2	4	4	8
Сущность способа сварки, наиболее часто используемые расчетные схемы. Последовательность построения математической модели методом функций Грина.				
Численное моделирование на компьютере.	1	4	3	8
Знакомство с методами сеток как методом численного моделирования. Последовательность действий для решения уравнения теплопроводности методом сеток на компьютере.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	27	25	72
ИТОГО по дисциплине	18	27	25	72

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Вывод формул методом анализа размерностей.
2	Построение сетчатых номограмм по уравнению.
3	Построение математической модели нагрева бесконечного и ограниченного стержня мгновенным и непрерывным источником нагрева.
4	Построение математической модели контактной стыковой сварки, построение графика распределения температуры по длине стержня, построение термического цикла сварки.
5	Построение математической модели электродуговой сварки. Оценка формы шва, построение термического цикла сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.
6	Построение математической модели электронно-лучевой сварки. Оценка формы шва, построение термического цикла сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Использование пакета MathCAD для проведения расчетов
2	Встроенные функции пакета MathCAD.
3	Использование пакета MathCAD при решении уравнений.
4	Статистические и интерполяционные функции в пакете MathCAD.
5	Матричный подход к регрессионному анализу с использованием пакета MathCAD.
6	Обработка результатов полного и дробного факторного эксперимента с использованием пакета MathCAD.
7	Последовательность вывода дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного и трехмерного случая.

## 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 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	Летягин И. Ю. Методология научных исследований в сварке : учебное пособие для вузов / И. Ю. Летягин, Е. М. Федосеева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	20
2	Макаров Е. Г. Mathcad : учебный курс / Е. Г. Макаров. - Санкт-Петербург: Питер, 2009.	32



3	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / А. В. Коновалов [и др.]. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.	69
4	Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете MATHCAD. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2008. - (Математическое моделирование и инженерные методы расчёта в сварке : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	33
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	57
2	Моисеенко В. П. Материалы и их поведение при сварке : учебное пособие для вузов / В. П. Моисеенко. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.	2
3	Никифоров А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики : учебное пособие для вузов / А. Ф. Никифоров. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.	20
4	Основы научных исследований : учебник для вузов / В.Г. Кучеров [и др.]. - Волгоград: Политехник, 2004.	70
5	Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров / Н. И. Сидняев. - Москва: Юрайт, 2012.	8
6	Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. - М.: Машиностроение, 1981.	36
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий : международный научно-технический и производственный журнал / Национальная академия наук Украины; Институт электросварки им. Е.О. Патона; Международная ассоциация Сварка. - Киев: Сварка, 1948 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике / Национальное агентство контроля и сварки. - Москва: Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал / Технология машиностроения; Министерство промышленности и торговли Российской Федерации; Министерство образования и науки Российской Федерации; Российская инженерная академия; Союз машиностроителей России; Российское научно-техническое сварочное общество. - 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	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2658">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2658</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Летягин И. Ю. Математическое моделирование и основы научных исследований в сварке. Статистическая обработка и планирование эксперимента / И. Ю. Летягин. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4515">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4515</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Летягин И. Ю. Методология научных исследований в сварке : учебное пособие для вузов / И. Ю. Летягин, Е. М. Федосеева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3745">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3745</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете MATHCAD. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2008. - (Математическое моделирование и инженерные методы расчёта в сварке : учебное пособие для вузов : в 2 ч.; Ч. 2).	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2715">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2715</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (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

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

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	персональный компьютер	8
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  
«Методология научных исследований и компьютерного  
моделирования в сварке»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.03.01 Машиностроение
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Цифровые технологии в сварке и реновации Оборудование и технология сварочного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Сварочное производство, метрология и технология материалов
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 3</b>	<b>Семестр: 5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Дифференцированный зачет:	5 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 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 (5-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные 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 (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 практическим и лабораторным работам и дифференцированному зачету. 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/ ОПР	Т/КР		Зачет с оценкой
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать основные этапы и составные части научно-исследовательских работ и основы планирования эксперимента при исследовании технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств; основы метрологического обеспечения эксперимента, методы статистической обработки экспериментальных данных автоматизированного проектирования; методы, применяемые при научных исследованиях; классификацию расчетных схем сварочных процессов и способы решения краевых задач теплопроводности.		ТО1 ТО2		КР1, КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь составлять планы проведения научно-исследовательских работ с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; выбирать необходимые приборы для проведения исследований; оценивать результаты исследований и внедрения с использованием			ОЛР1 -10	КР1		ПЗ

регрессионного анализа; моделировать технические объекты и технологические процессы в сварке.						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; навыками проведения экспериментов по заданным методикам, обработки и анализа результаты экспериментов.			ОПР1 -6	КР2		ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОПР – отчет по практическому заданию, ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом 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 бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по практическим заданиям, рефератов 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 защиты практических заданий и лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита практических заданий**

Всего запланировано 6 практических заданий и 10 лабораторных работ. Типовые темы практических заданий приведены в РПД.

Защита заданий проводится 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 «Математическая статистика и планирование эксперимента», вторая КР – по модулю 2 «Применение теории размерности и номографии».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Методы комплексных исследований.
2. Что называется стохастически зависимыми величинами.
3. Понятия при планировании эксперимента: объект исследования, параметр оптимизации.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Понятие физической величины, виды физических величин их характеристики.
2. Правила вывода формул методом анализа размерностей. Использование векторных единиц.
3. Свойства логарифмической шкалы.

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.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

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

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

1. Нормальное распределение. Характеристики распределения.
2. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов.
3. Погрешности технических расчетов при номографических методах вычислений. Равномерные шкалы.

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

1. Как обозначаются дробные реплики.
2. Как производится кодирование количественных факторов по уровням исходя из интервала варьирования (формула, обозначения).
3. Как определяется модуль прямолинейной равномерной шкалы (формула).

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

1. Произвести кодирование количественных факторов по уровням исходя из интервала варьирования.
2. Определение дисперсии адекватности (сформулировать цель, формулу).
3. Построение сетчатых номограмм с равномерными шкалами для уравнения с тремя переменными.

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

#### **2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете**

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

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче 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.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

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.