

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

« 15 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Некорректные задачи  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Математическая кибернетика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области теории обратных задач.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Обратные и некорректные задачи; интегральные уравнения; дифференциальные уравнения; дифференциальные уравнения в частных производных; элементы математической статистики.

### 1.3. Входные требования

Предварительные знания в объеме бакалаврской программы по этой или смежной тематике.

## 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-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает понятия прямой и обратной задачи; корректность и классификация некорректных задач; вычислительные методы решения некорректных задач.	Знает методики осуществления статистических расчетов	Тест
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней основные методы решения некорректных задач; согласовывать параметры регуляризации с погрешностью исходных данных; строить численные алгоритмы решения основных некорректных задач.	Умеет производить статистические расчеты на основе соответствующих математических и технических средств	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет навыками применения основных методов решения некорректных задач; общими принципами построения приближенных методов решения некорректно поставленных задач; общим подходом к получению оценок погрешности приближенных решений некорректных задач.	Владеет навыками анализа данных на основе методов математической статистики	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
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
4-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
Введение. Методы подбора и регуляризации.	2	0	2	6
Цели и структура курса. Об определении обратных и некорректных задач. Классификация. Примеры. Теорема В. К. Иванова. Квазирешение. Метод М. М. Лаврентьева. Метод регуляризации А. Н. Тихонова. Градиентные методы.				
Некорректные задачи линейной алгебры.	2	0	2	6
Обобщение понятия решения. Псевдорешение. Метод регуляризации. Принципы выбора параметра регуляризации. Итерационные регуляризирующие алгоритмы.				
Интегральные уравнения.	2	0	2	10
Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра первого рода. Регуляризация нелинейных операторных уравнений первого рода.				
Некорректные задачи для ОДУ и ДУЧП.	4	0	4	20
Задачи определения коэффициентов линейных ДУ и систем. Обратные задачи для линейных ОДУ с параметром. Обратные задачи для нелинейных ОДУ. Обратные задачи для уравнения теплопроводности. Обратные задачи для уравнения Лапласа. Обратные задачи для уравнения колебаний. Коэффициентные обратные задачи для ДУЧП.				
Применение методов статистики в решении некорректных задач. Предварительные сведения из математической статистики.	0	0	2	10
Задача регрессии при анализе экспериментальных данных. Линейная регрессия. Задача минимизации при нелинейной регрессии. Оценка погрешности определения параметров.				
Параметрическое описание искомой функции.	4	0	4	14
Проверка изначальных предположений и модификация стандартной процедуры регрессии. Решение обратной задачи.				
Восстановление функции.	2	0	2	6
Регуляризация. Основы томографии. Оптическая когерентная томография. Обратная задача рассеяния.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

#### Тематика примерных практических занятий

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

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Квазирешение. Метод М. М. Лаврентьева. Метод регуляризации А. Н. Тихонова. Градиентные методы.
2	Обобщение понятия решения. Псевдорешение. Метод регуляризации. Принципы выбора параметра регуляризации. Итерационные регуляризирующие алгоритмы.
3	Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра первого рода. Регуляризация нелинейных операторных уравнений первого рода.
4	Задачи определения коэффициентов линейных ДУ и систем. Обратные задачи для линейных ОДУ с параметром. Обратные задачи для нелинейных ОДУ. Обратные задачи для уравнения теплопроводности. Обратные задачи для уравнения Лапласа. Обратные задачи для уравнения колебаний. Коэффициентные обратные задачи для ДУЧП.
5	Задача регрессии при анализе экспериментальных данных. Линейная регрессия. Задача минимизации при нелинейной регрессии. Оценка погрешности определения параметров.
6	Проверка изначальных предположений и модификация стандартной процедуры регрессии. Решение обратной задачи.
7	Регуляризация. Основы томографии. Оптическая когерентная томография. Обратная задача рассеяния.

## 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.

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	Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач : учебное пособие для вузов / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. - Москва: Наука, 1986.	13
2	Численные методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов [и др.]. - Москва: Наука, 1990.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Крылов В.И. Начала теории вычислительных методов. Интегральные уравнения, некорректные задачи и улучшение сходимости / В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. - Минск: Наука и техника, 1984.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<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	Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике / А. Г. Ягола, Ван Янфей, И. Э. Степанова, В. Н. Титаренко. — 3-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 217 с. — ISBN 978-5-00101-496-6.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/89113.html">http://www.iprbookshop.ru/89113.html</a>	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Обратные и некорректные задачи : учебник / А. О. Ватульян, О. А. Беляк, Д. Ю. Сухов, О. В. Явруян. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. — 232 с. — ISBN 978-5-4358-0908-9.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/47033.html">http://www.iprbookshop.ru/47033.html</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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 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="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
Лекция	ноутбук MSI X-Slim X370, переносной проектор Epson MultiMedia Projector EBX92, стол преподавателя, столы письменные, экран на треноге ScreenMedia Apollo T 200x200 MW	1
Практическое занятие	ноутбук MSI X-Slim X370, переносной проектор Epson MultiMedia Projector EBX92, стол преподавателя, столы письменные, экран на треноге ScreenMedia Apollo T 200x200 MW	1

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

Описан в отдельном документе



**Фонд оценочных средств** 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 (3-го 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 (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по индивидуальным 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	ИЗ	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
понятия прямой и обратной задачи; корректность и классификация некорректных задач; вычислительные методы решения некорректных задач.	С	ТО				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней основные методы решения некорректных задач; согласовывать параметры регуляризации с погрешностью исходных данных; строить численные алгоритмы решения основных некорректных задач.			ИЗ			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
владеть навыками применения основных методов решения некорректных задач; общими принципами построения приближенных методов решения некорректно поставленных задач; общим подходом к получению оценок погрешности приближенных решений некорректных задач.			ИЗ			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ОЛР – отчет по лабораторной работе; 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 бланчного 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита индивидуальных заданий**

Защита индивидуальной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы

### Типовые задания ИЗ 1:

1. Построить регуляризованное решение интегрального уравнения 1 рода:

$$\int_0^1 K(x;s)z(s)ds = u(x). \text{ По заданным функциям } K(x;s), z(s) \text{ найти правую}$$

часть  $u(x)$ . Далее построить регуляризованное решение  $z_\alpha$ , приближающее точное решение. Построить графики.

2. Определить функцию  $f(x) \in C[a;b]$  для дифференциального уравнения 2-го порядка  $y'' + a_1(x)y' + a_0(x)y = f(x)$  с помощью метода конечных разностей, если известно приближенное решение  $y_\delta(x) \in C[a - \varepsilon; b + \varepsilon]$   $a_1(x) = a_0(x) = x$ ,  $y_\delta(x) = 2x - 1, \delta = 0,25$ .

3. Определить коэффициент  $a_1(x) \in C[a;b]$  для дифференциального уравнения 2-го порядка  $y'' + a_1(x)y' + a_0(x)y = 0$  с начальными условиями  $y(a) = y_0, y'(a) = y'_0$ , если известно приближенное решение  $y_\delta(x) \in C[a;b]$  и  $\delta > 0$  такие, что  $\|y - y_\delta\|_{C[a;b]} \leq \delta$ .

### Типовые задания ИЗ 2:

Используя данные  $(Y, X)$ :

- 1) Построить линейное уравнение регрессии с одной объясняющей переменной матричным способом.
- 2) Дать экономическую интерпретацию коэффициентов регрессии.
- 3) Выполнить корреляционный анализ, т.е. вычислить линейный коэффициент корреляции, корреляционное отношение, индекс корреляции. Сделать вывод о тесноте и направлении связи между  $Y$  и  $X$ .
- 4) Вычислить коэффициент детерминации. Сделать вывод.
- 5) Выполнить дисперсионный анализ. Протестировать статистическую гипотезу о достоверности уравнения регрессии при уровнях значимости  $\alpha = 0,05$  и  $\alpha = 0,01$ .
- 6) Протестировать статистические гипотезы о достоверности коэффициента корреляции  $r$  и коэффициентов регрессии  $a_0, a_1$  при уровнях значимости  $\alpha = 0,05$  и  $\alpha = 0,01$ .
- 7) Построить 95%-е доверительные интервалы для статистически значимых параметров.
- 8) Вычислить среднюю относительную ошибку аппроксимации. Сделать вывод о возможности использования регрессионной модели для

прогнозирования. Построить 95%-е доверительные интервалы для индивидуального и среднего значения зависимой переменной.

### **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 индивидуальных 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 зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных 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. Корректность обратной задачи: существование, единственность и устойчивость.
2. Задачи определения правой части линейного ДУ.
3. Задачи определения коэффициентов линейного ДУ.
4. Задача построения уравнения линейной регрессии.
5. Оценка погрешности определения параметров линейной регрессии.

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

1. Определить функцию  $f(x) \in C[a;b]$  для дифференциального уравнения 2-го порядка  $y'' + a_1(x)y' + a_0(x)y = f(x)$  с помощью метода конечных разностей, если известно приближенное решение  $y_\delta(x) \in C[a-\varepsilon;b+\varepsilon]$  и  $\delta > 0$  такие, что  $\|\bar{y} - y_\delta\|_{C[a-\varepsilon;b+\varepsilon]} \leq \delta$  ( $a = 0,5, b = 1,5, a_1(x) = a_0(x) = x, y_\delta(x) = 2x - 1, \delta = 0,25$ ).

2. Определить коэффициент  $a_1(x) \in C[a;b]$  для дифференциального уравнения 2-го порядка  $y'' + a_1(x)y' + a_0(x)y = 0$  с начальными условиями  $y(a) = y_0, y'(a) = y'_0$ , если известно приближенное решение  $y_\delta(x) \in C[a;b]$  и  $\delta > 0$  такие, что  $\|\bar{y} - y_\delta\|_{C[a;b]} \leq \delta$  ( $a = -1, b = -0,5, a_0(x) = 2x, y(-1) = 1, y'(-1) = -2, y_\delta(x) = -2x - 1, \delta = 0,25$ ).

3. Определить оценку дисперсии ошибки модели и стандартные ошибки параметров модели  $Y_x = 4,01 + 0,58X$ , если  $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6, \sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1, \sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6, \sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ .

4. Найти 95%-е доверительные интервалы для неизвестных параметров регрессии построенной модели  $Y_x = 4,01 + 0,58X$ , если  $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6, \sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1, \sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6, \sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ .

5. На уровне 0,05 проверить значимость построенной модели  $Y_x = 4,01 + 0,58X$ , если  $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6, \sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1, \sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6, \sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ .

### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Имеются следующие данные о сменной добыче угля на одного рабочего  $Y$  (т) и мощности пласта  $X$  (м), характеризующие процесс добычи угля в 10 шахтах.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X_i$	8	11	12	9	8	8	9	9	8	12
$Y_i$	5	10	10	7	5	6	6	5	6	8

Составить линейную регрессионную модель.

2. Имеются следующие данные о сменной добыче угля на одного рабочего  $Y$  (т) и мощности пласта  $X$  (м), характеризующие процесс добычи угля в 10 шахтах.

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X_i$	8	11	12	9	8	8	9	9	8	12
$Y_i$	5	10	10	7	5	6	6	5	6	8

Оценить сменную среднюю добычу угля на одного рабочего для шахт с мощностью пласта 8 м.

3. Оценить силу линейной взаимосвязи между значением ежегодной прибыли  $Y$  (в %) по портфелям ценных бумаг от его риска  $X$  (в %) и составить

линейную регрессионную модель этой зависимости, если  $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6$ ,  
 $\sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1$ ,  $\sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6$ ,  $\sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ ,  $\sum_{i=1}^{30} x_i y_i = 6837,69$ .

4. Найти 90%-й прогноз для среднего значения прибыли по портфелям ценных бумаг, риск которых составляет 19,6%, если зависимость ежегодной прибыли  $Y$  (в %) портфеля ценных бумаг от его риска  $X$  (в %) описывается регрессионной моделью  $Y_X = 4,01 + 0,58X$  ( $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6$ ,  $\sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1$ ,  
 $\sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6$ ,  $\sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ ).

5. Найти 90%-й прогноз для значения прибыли по портфелям ценных бумаг, риск которых составляет 19,6%, если зависимость ежегодной прибыли  $Y$  (в %) портфеля ценных бумаг от его риска  $X$  (в %) описывается регрессионной моделью  $Y_X = 4,01 + 0,58X$  ( $\sum_{i=1}^{30} x_i = 489,6$ ,  $\sum_{i=1}^{30} x_i^2 = 8428,1$ ,  $\sum_{i=1}^{30} y_i = 403,6$ ,  $\sum_{i=1}^{30} y_i^2 = 5851,58$ ).

#### 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 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.