

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 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математические основы теории систем
(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, навыков по математическим основам теории систем для их применения при решении реальных задач математической кибернетики.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний при изучении разделов математики, применяемых при математическом моделировании систем;
- формирование умения исследования математических моделей систем и процессов;
- формирование умения построения математических моделей систем и процессов;
- приобретение навыков применения математических методов при исследовании систем и процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

математические модели; математические методы; системы.

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
ОПК-3	ИД-1ОПК-3.	Знает общие принципы математического описания систем; математический аппарат, используемый для описания детерминированных и вероятностных сигналов и систем.	Знает особенности применения методов математического моделирования, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач.	Тест
ОПК-3	ИД-21ОПК-0	Умеет осуществлять классификацию систем по особенностям их математических моделей; определять типовые временные, операторные и частотные характеристики линейных стационарных непрерывных и дискретных систем; проводить обработку экспериментальных данных.	Умеет создавать математические модели и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности.	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-31ОПК-0	Владеет навыками применения современных пакетов прикладных программ в задачах математического описания и анализа систем; навыками построения математических моделей.	Владеет навыками профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности математических моделей, а также методов вычислительной математики	Дифференцированный зачет
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает методы, модели и алгоритмы моделирования экономических процессов и систем, применяемые при анализе социально-экономических задач и процессов.	Знает инструменты и методы моделирования бизнес-процессов	Тест
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет анализировать социально-экономические задачи с применением методов, моделей и алгоритмов дисциплины.	Умеет анализировать исходную документацию	Индивидуальное задание
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет владеет концепциями, принципами, теориями и фактами в области моделирования экономических процессов и систем, связанными с анализом социально-экономических задач и процессов.	Владеет навыками разработки и выбора инструментов и методов проектирования бизнес-процессов	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
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	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
1-й семестр				
Математические модели процессов	6	0	6	26
Множества и отношения. Линейные пространства. Функциональные пространства.				
Математические модели систем.	4	0	4	16
Математические модели детерминированных статистических систем. Математические модели детерминированных динамических систем.				
Математические методы обработки экспериментальных данных.	6	0	8	30
Нахождение оценок неизвестных параметров. Неравенство Рао-Крамера. Метод наименьших квадратов. Оценки максимального правдоподобия. Эффективные и несмещенные оценки. Несмещенные оценки с равномерно минимальной дисперсией.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение и примеры нечетких множеств.
2	Банаховы и Гильбертовы пространства. Примеры.
3	Операционное исчисление.
4	Матричный подход к исследованию систем.
5	Псевдообратная матрица и обобщенное решение линейной модели.
6	Решение линейных автономных систем.
7	Решение стационарных систем.
8	Дифференциальные уравнения с запаздыванием.
9	Оценивание неизвестных параметров модели.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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 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 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
1. Основная литература		
1	Пахомов Г. И. Математические основы теории систем : конспект лекций / Г. И. Пахомов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	92
2	Певзнер Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2013.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Белоусов В. В. Математические основы теории систем. Модели и методы исследования систем : учебное пособие для вузов / В. В. Белоусов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2001.	35
2	Гайдук А. Р. Математические основы теории систем автоматического управления / А. Р. Гайдук. - Москва: Испо-Сервис, 2002.	10
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	О. И. Никонов Математическое моделирование и методы принятия решений : Учебное пособие / О. И. Никонов, С. В. Кругликов, М. А. Медведева. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015.	http://www.iprbookshop.ru/69624.html	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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

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

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
«Математические основы теории систем»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математическая кибернетика
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Высшая математика
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифференцированный зачёт: 1 семестр

Пермь 2023

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 (1-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 (таблица 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 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		Диф.зачёт
Усвоенные знания						
3.1 знать общие принципы математического описания систем; математический аппарат, используемый для описания детерминированных и вероятностных сигналов и систем.	С	ТО				ТВ
3.2 знать методы, модели и алгоритмы моделирования экономических процессов и систем, применяемые при анализе социально-экономических задач и процессов.	С	ТО				ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь осуществлять классификацию систем по особенностям их математических моделей; определять типовые временные, операторные и частотные характеристики линейных стационарных непрерывных и дискретных систем; проводить обработку экспериментальных данных.			ИЗ			ПЗ
У.2 уметь анализировать социально-экономические задачи с применением методов, моделей и алгоритмов дисциплины.			ИЗ			ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками применения современных пакетов прикладных программ в задачах математического описания и анализа систем; навыками построения математических моделей.			ИЗ			ПЗ
В.2 владеть концепциями, принципами, теориями и фактами в области моделирования экономических процессов и систем, связанными с анализом социально-экономических задач и процессов.			ИЗ			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное задание; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.

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 шкалы и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы

Типовые задания ИЗ 1:

Задача 1. Заданную функцию $f(x)$, $x \in [-1, 1]$ представить рядом Фурье по полиномам Лежандра.

Задача 2. Графически задана 2π – периодическая функция $f(t)$.

Задача 3. Построить периодическое продолжение данной функции $f(t)$, $t \in [0, 1]$, четное.

Для задачи №2, 3 выполнить следующие задания:

- Обосновать возможность разложения заданных функций $f(t)$ в ряд Фурье, установить вид сходимости ряда Фурье к $f(t)$.

- Построить график суммы ряда Фурье.

- Представить заданную функцию тригонометрическим рядом Фурье. Предварительно: а) определить порядок убывания коэффициентов ряда Фурье; б) вычислить коэффициенты ряда Фурье.

- Построить амплитудный и фазовый спектры функции.

- Определить число гармоник разложения функции в ряд Фурье, содержащих в сумме не менее 90 % энергии.

- Вычислить среднеквадратичную ошибку между исходной функцией $f(t)$ и частичной суммой ряда Фурье для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$.

- Построить графики заданной функции и частичной суммы ряда для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$, взяв число гармоник, определенных в п. 5.

- Построить график функции, являющейся квадратом отклонений функции $f(t)$ от частичной суммы ряда для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$.

- Представить заданную функцию рядом Фурье в комплексной форме.

Типовые задания ИЗ 2:

Задание 1

Вместо знака ? поставьте подходящий по смыслу символ, например, $\in, \notin, \subset, \supset, =$ и т.д.

Задание 2

Дано универсальное множества $U = \{-5; -4; -3; -2; -1; 1; 2; 3; 4; 5\}$.
Множество А задано списком. Множество В является множеством корней уравнения $(x^2 + a_1x + b_1)(x^2 + a_2x + b_2)(x^2 + a_3x + b_3) = 0$.

1. Найдите множества $A \cup B$; $A \cap B$; $A \setminus B$; $B \setminus A$; $A \Delta B$; \bar{B} ; $C = (A \Delta B) \Delta A$.

2. Выясните, какая из пяти возможностей выполнена для множеств А и С : или $A \subset C$, или $C \subset A$, или $A = C$, или $A \cap C = \emptyset$, или А несравнимо с С.

3. Найдите множество $P(B)$ всех подмножеств множества B и его мощность $|P(B)|$.

Задание 3.

Дано соответствие $G = (X; Y; G)$. Изобразите соответствие в виде графа. Выясните, обладает ли данное соответствие свойствами всюду определенности, сюръективности, функциональности, инъективности. Найдите образ множества A и прообраз множества B при данном соответствии.

Задание 4.

Отношение Φ_1 задано на конечном множестве A . Постройте граф отношения Φ_1 . Запишите отношение Φ_1 в виде множества. Постройте матрицу отношения Φ_1 . Выясните, обладает ли отношение Φ_1 свойствами рефлексивности, антирефлексивности, симметричности, антисимметричности, транзитивности. Установите, является ли отношение Φ_1 отношением порядка или эквивалентности.

Отношение Φ_2 задано на бесконечном множестве. Выясните, обладает ли отношение Φ_2 свойствами рефлексивности, антирефлексивности, симметричности, антисимметричности, транзитивности. Установите, является ли отношение Φ_2 отношением порядка или эквивалентности.

Задание 5.

Составить таблицу истинности для двух логических выражений

Типовые задания ИЗ 3:

По данным заработной платы за день 32 сотрудников предприятия составить представление о заработной плате за день на всем предприятии. По данным выборки построить интервальный ряд и выполнить задания:

1. Представить исходную выборку в виде статистического ряда и изобразить его графически. Привести график эмпирической функции распределения.
2. Определить моду и медиану.
3. Определить точечные оценки для среднего арифметического, дисперсии, среднеквадратического отклонения.
4. Определить квантили Q_1, Q_2, Q_3 .
5. Установить, является ли распределение симметричным, используя коэффициент асимметрии и графический способ.
6. Определить интервальные оценки для математического ожидания с уровнями значимости $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,01$.

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 усвоенных 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 экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Множества и отношения.
 2. Линейные пространства.
 3. Функциональные пространства.
 4. Математические модели детерминированных статистических систем.
 5. Математические модели детерминированных динамических систем.
- Несмещенные оценки с равномерно минимальной дисперсией.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Дано дифференциальное уравнение $y' + 3\frac{y}{x} = \frac{2}{x^2}$ с начальным условием $y(1)=1$. Найти решение уравнения $y(x)$ на интервале $[1;2,5]$ по методу Эйлера.

2. По графически заданной функции выполнить следующие задания:

• Обосновать возможность разложения заданных функций $f(t)$ в ряд Фурье, установить вид сходимости ряда Фурье к $f(t)$.

• Построить график суммы ряда Фурье.

• Представить заданную функцию тригонометрическим рядом Фурье. Предварительно: а) определить порядок убывания коэффициентов ряда Фурье; б) вычислить коэффициенты ряда Фурье.

• Представить заданную функцию рядом Фурье в комплексной форме.

3. Дано соответствие $\Gamma = (X; Y; G)$. Изобразите соответствие в виде графа. Выясните, обладает ли данное соответствие свойствами всюду определенности, сюръективности, функциональности, инъективности. Найдите образ множества А и прообраз множества В при данном соответствии.

4. По данным выборки построить интервальный ряд и выполнить задания:

• Представить исходную выборку в виде статистического ряда и изобразить его графически. Привести график эмпирической функции распределения.

• Определить моду и медиану.

• Определить точечные оценки для среднего арифметического, дисперсии, среднеквадратического отклонения.

• Определить квантили Q_1, Q_2, Q_3 .

• Установить, является ли распределение симметричным, используя коэффициент асимметрии и графический способ.

• Определить интервальные оценки для математического ожидания с уровнями значимости $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,01$.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Задавая значения плотностей популяций жертвы N_0 и хищника M_0 , коэффициентов $\alpha, \beta, \delta_1, \delta_2$ построить графики динамики численности популяций и траектории фазового портрета.

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = (\alpha - \delta_1 M) N \\ \frac{dM}{dt} = (\delta_2 N - \beta) M \end{cases}$$

2. По графически заданной функции выполнить следующие задания:

• Построить амплитудный и фазовый спектры функции.

• Определить число гармоник разложения функции в ряд Фурье, содержащих в сумме не менее 90 % энергии.

• Вычислить среднеквадратичную ошибку между исходной функцией $f(t)$ и частичной суммой ряда Фурье для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$.

- Построить графики заданной функции и частичной суммы ряда для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$, взяв число гармоник, определенных в п. 5.

- Построить график функции, являющейся квадратом отклонений функции $f(t)$ от частичной суммы ряда для значений t , принадлежащих промежутку задания $f(t)$.

3. Составить таблицу истинности для двух логических выражений.

4. По данным заработной платы за день 32 сотрудников предприятия составить представление о заработной плате за день на всем предприятии.

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 дифференцированного 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.