

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 30.08.2024 12:45:09  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc3ad1bf75f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Системный анализ

Для магистров 2 курса

Очная форма

Составитель: *д.ф.-м.н. Соломаха Г.М.*

Тверь, 2023

## I. Аннотация

### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является освоение студентами теоретических положений и закономерностей построения и функционирования сложных систем, освоение студентами методологических принципов анализа и синтеза сложных систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

- \_\_\_\_\_ овладение студентами методами описания и исследования сложных систем;
- \_\_\_\_\_ приобретение студентами практических навыков по исследованию дискретных и непрерывных систем методами системного анализа.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к Блоку 1, части, формируемой участниками образовательных отношений, раздела «Профессиональный».

Для успешного усвоения курса необходимы знания основных понятий из математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений и линейного программирования, а также навыки решения основных задач, рассматриваемых в этих дисциплинах.

**3. Объем дисциплины:** 4 зачетных единиц, 144 академических часа, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** 45 часов, в том числе лекции 30 часов, практические занятия 15 часов, в т.ч. практическая подготовка 8 часов;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы 0 часов, в том числе курсовая работа 0 часов;

**самостоятельная работа:** 99 часов, в том числе контроль 27 час.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<i>Указывается код и наименование компетенции</i>	<i>Приводятся индикаторы достижения компетенции в соответствии с учебным планом</i>
ПК-1 Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты в	ПК-1.1 Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи и выделяет актуальные проблемы ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи ПК-1.3 Обосновывает выбор, совершенствует или разрабатывает новый метод решения задачи ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов

<p>области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3 Способен разрабатывать, документально сопровождать и применять прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности</p>	<p>научных исследований</p> <p>ПК-3.1 Разрабатывает отдельные модули прикладного ПО и документы по их сопровождению и применению</p> <p>ПК-3.2 Разрабатывает структуру прикладного ПО, его модули с учетом их взаимодействия и документы по их сопровождению и применению</p> <p>ПК-3.3 Технически грамотно разрабатывает документацию по тематике производственно-технологической работы</p>
---	---

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
экзамен – 3 семестр.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия			
		всего	В т.ч. практическая подготовка	всего	В т.ч. практическая подготовка		
Основные понятия теории систем.	24	4	0	2	0	0	18
Декомпозиция и агрегирование систем.	21	4	0	2	2	0	15

Исследование систем методами операционного исчисления.	29	6	0	4	2	0	19
Моделирование сложных систем.	24	6	0	3	2	0	15
Информационные аспекты исследования сложных систем.	20	6	0	2	0	0	12
Надежность систем.	26	4	0	2	2	0	20
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>99</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
Основные понятия теории систем.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Декомпозиция и агрегирование систем.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Исследование систем методами операционного исчисления.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Моделирование сложных систем.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Курсовая работа
Информационные аспекты исследования сложных систем.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Надежность систем.	Лекции, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: классические лекции, практические занятия в диалоговом режиме, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ПК-1 Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты в области профессиональной деятельности

ПК-1.1 Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи и выделяет актуальные проблемы

1. Записать дифференциальное уравнение для модели Леонтьева расширенного воспроизводства с  $Z(0)=2$ , коэффициентом прямых затрат 0.7 и коэффициентом приростной фондоемкости 0.7. 2 Найти решение полученной задачи.

2 Пусть требуется, чтобы  $Z(5) \geq [1+(50-N)/100]Z(0)$ .

Найти максимально достижимый при этом постоянный уровень потребления  $W_0$  в промежутке времени  $[0,5]$ .

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.2 Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи

1).Формализовать задачу планирования производства на производственном предприятии в виде математической оптимизационной задачи. Выделить задачи анализа и синтеза, возникающие при исследовании рассматриваемой системы.

2). Формализовать задачу выбора рациона питания животных на сельскохозяйственном предприятии в виде математической оптимизационной задачи. Выделить задачи анализа и синтеза, возникающие при исследовании рассматриваемой системы.

Решение задачи по системному анализу дискретных экономических систем

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.3 Обосновывает выбор, совершенствует или разрабатывает новый метод решения задачи

1). Предложить метод решения следующей задачи. Пусть требуется распределить  $m$  человек на  $n$  работ, чтобы время выполнения всего комплекса работ было минимальным, т.е. решается задача

$$\sum \sum t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall i$$

$$x_{ij} \geq 0,$$

где  $t_{ij}$  - время выполнения  $j$ -ой работы  $i$ -ым сотрудником.

2) Разработать метод описания и исследования торгового предприятия с использованием аппарата операционного исчисления.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-1.4 Проводит аттестацию результатов научных исследований

1) Сравнить результаты исследования производственного предприятия методами дискретного и непрерывного системного анализа.

2) Сравнить надежности двух систем : из трех последовательно соединенных элементов и из трех параллельно соединенных звеньев с одинаковыми надежностями  $p(t)=\exp(-t)$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-3 Способен разрабатывать, документально сопровождать и применять прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности

ПК-3.1 Разрабатывает отдельные модули прикладного ПО и документы по их сопровождению и применению

1) Найти и представить графически выход  $y(t)$  системы, описываемой динамическим преобразователем вида  $6dy(t)/dt+7y(t)=x(t)$ , причем  $y(0)=0$ , если вход системы  $x(t)=2E(t)+E(t-1)$ , а  $E(t)$  функция единичного скачка, равная 0 при  $x<0$  и равная 1 при других значениях  $x$ .

2) Разработка отдельных модулей прикладного ПО в задаче управления запасами на предприятии

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-3.2 Разрабатывает структуру прикладного ПО, его модули с учетом их взаимодействия и документы по их сопровождению и применению

1). Разработать структуру прикладного ПО в задаче оценки срока окупаемости проводимых инноваций в организации

2). Разработать структуру прикладного ПО в задаче оценки последствий проведения инноваций в организации

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

ПК-3.3 Технически грамотно разрабатывает документацию по тематике производственно-технологической работы

1) Подготовка отчета по исследованию комплекса взаимосвязанных работ на предприятии методами системного анализа.

2) Подготовка отчета по исследованию процессов управления запасами на предприятии методами системного анализа.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Задача решена полностью - 6 баллов;

Задача содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение содержит грубые ошибки - 2 балла.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1) Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Кузнецов В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебник / В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин. - Москва; Москва: ООО "КУРС": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 256 с. - ISBN 9785906818959. - [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=636142>

2. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2016. — 644 с.- [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93352>

3. Антонов А.В. Системный анализ: учебник / А.В. Антонов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 366 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа:

<http://znanium.com/go.php?id=544591>

б) дополнительная литература:

1. Рахимова, Н.Н. Управление рисками, системный анализ и моделирование: учебное пособие / Н.Н. Рахимова. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 191 с.: ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 163-166. - ISBN 978-5-

7410-1538-4.- [Электронный ресурс]. - Режим доступа:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469596>

2. Корилов А.М. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).- [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<http://znanium.com/go.php?id=752468>

3. Системный анализ и математическое моделирование сложных экологических и экономических систем. Теоретические основы и приложения : монография / Министерство образования и науки Российской Федерации, Южный федеральный университет ; отв. ред. Ф.А. Сурков, В.В. Селютин. - Ростов на Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. - 162 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-1985-9 ; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462018>

## 2) Программное обеспечение

### а) Лицензионное программное обеспечение

<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатн	бесплатно



ое ПО	
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/М41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

### VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Контроль знаний проводится на экзамене. Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену.

1). Поведение системы описывается дифференциальным уравнением

$$3y'(x) + 2y(x) = x \text{ с начальным условием } y(0) = 4.$$

Найти выход системы с использованием преобразования Лапласа.

2). Найти выход системы  $y(t)$ , если  $af(t) = h(t) - \int_0^t bg(x)y(t-x)dx$ , причем

$$f(t) = e^t - 1, g(t) = e^t, h(t) = t, b=2, a=1.$$

3). Привести алгоритм формирования реализации случайной величины с функцией плотности  $f(x)$ , если имеется датчик формирования случайной

величины равномерно распределенной на интервале  $(0,1)$ , а  $f(x)=0$  при  $x<0$  или  $x>5$ , а при остальных  $x$  имеем  $f(x)=cx$ , где  $c$ - константа.

4).Для модели Леонтьева расширенного воспроизводства с  $Z(0)=2$ , коэффициентом прямых затрат  $0.7$  и коэффициентом приростной фондоемкости  $0.7$  задано требование  $Z(5) \geq [1+(50-N)/100]Z(0)$ .

Найти максимально достижимый при этом постоянный уровень потребления  $W_0$  в промежутке времени  $[0,5]$ .

5).Требуется выбрать место для установки вышки на территории, представляющей собой прямоугольник ABCD с координатами  $A(0,0)$ ,  $B(0,10)$ ,  $C(10,0)$ ,  $D(10,10)$ . При этом желательно, чтобы она была по возможности ближе как к точке  $A$ , так и к точке  $D$ . Каким образом выбрать место установки вышки, если она должна быть удалена на расстоянии не менее, чем  $k$  от озера ( $k<1$ ), а озеро имеет форму круга с центром в точке  $(5,3)$  и радиусом  $2$ ?

6).Пусть принято сообщение, закодированное кодом Хэмминга (в зависимости от варианта задания это, например, «0100101101010110», или другое), состоящее из нулей и единиц. Требуется восстановить информационную часть передаваемого сообщения при предположении, что вероятность наличия в принятом сообщении ошибки типа «замена 0 на 1» или «замена 1 на 0» пренебрежительно мала.

7).Составить код Хэмминга, если передаваемая информация соответствует двоичному представлению числа  $K+3$ , где  $K$  десятичное число, полученное переводом из двоичной системы счисления в десятичную информационной части сообщения, найденной в п.1.

8)..Оценить надежность системы, которая может находиться в трех состояниях соответственно с вероятностями  $0,5$ ;  $0,25$  и  $0,25$ .

9). Найти и представить графически выход  $y(t)$  системы, описываемой динамическим преобразователем вида  $6dy(t)/dt+7y(t)=x(t)$ , причем  $y(0)=0$ , если вход системы  $x(t)=2E(t)+E(t-1)$ , а  $E(t)$  функция единичного скачка, равная  $0$  при  $x<0$  и равная  $1$  при других значениях  $x$ .

### **Вопросы для подготовки к экзамену.**

1.Понятие системы, структуры системы, элемента системы.

2.Сложные системы.

3.Свойства целостности, чувствительности и делимости систем. Примеры.

4.Свойства устойчивости и инвариантности систем. Примеры.

5.Свойства наблюдаемости и управляемости систем. Примеры.

6.Свойства идентифицируемости и потенциальной эффективности систем. Примеры.

7.Свойство эмерджентности систем. Примеры.

8.Способы задания систем. Примеры.

9.Задача анализа систем. Примеры.

10.Задача синтеза систем. Примеры.

11.Синтез подсистемы управления системой.

12.Способы исследования систем.

13.Классификация систем с точки зрения преобразования входа.

- 14.Траектория развития системы в фазовом пространстве.
- 15.Элементарные звенья.
- 16.Интегральное преобразование Лапласа скалярной и векторной функции.
- 17.Преобразование Лапласа от производной функции.
- 18.преобразование Лапласа от интеграла функции.
- 19.преобразование Лапласа от константы.
- 20.Преобразование Лапласа от экспоненциальной функции.
- 21.Преобразование Лапласа от синуса и косинуса  $at$ .
- 22.Решение дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа.
- 23.Операционное уравнение и передаточная функция системы.
- 24.Схема исследования систем с использованием преобразования Лапласа.
- 25.Передаточные функции пропорционального преобразователя и инерционного звена.
- 26.Передаточные функции дифференцирующего звена и интегрирующего звена.
- 27.Передаточные функции сумматора и совокупности параллельно соединённых звеньев.
- 28.Передаточная функция последовательно соединённых звеньев.
- 29.Передаточная функция антипараллельного соединения двух элементов.
- 30.Комплексный коэффициент усиления и амплитудная характеристика системы.
- 31.Резонансные явления в системах.
- 32.Классификация моделей систем с точки зрения учёта зависимости от времени
- 33.Динамические преобразователи. Переходная функция.
- 34.Надёжность системы.
35. Функция (закон) надёжности и её вид.
- 36.Время безотказной работы системы как случайная величина.
- 37.Интенсивность отказов систем.
- 38.Связь надёжности системы с надёжностью её элементов.
- 39.Виды резервирования.
- 40.Надёжность системы с «горячим» резервом.
- 41.Учёт зависимости отказов системы от внешних факторов.
- 42.Подходы к количественной оценке информации.
- 43.Энтропия системы и её свойства.
- 44.Количество информации в сообщении.
- 45.Схема передачи информации между системами.
- 46.Требования к системе кодирования информации.
- 47.Равномерный способ кодирования информации.
- 48.Кодирование информации с использованием кода Шеннона-Фано.
49. Декодирование информации с использованием кода Шеннона-Фано.
- 50.Средняя длина кода и её предельное значение.
- 51.Кодирование информации при использовании кода Хэмминга.
52. Декодирование информации при использовании кода Хэмминга.

53. Относительная энтропия системы.  
 54. Относительная энтропия в случае равномерного распределения признака  
 55. Относительная энтропия в случае нормального распределения признака  
 56. Внешняя среда организации.  
 57. Основные связи в организации. Влияние уровня связей на состояние организации.  
 58. Базовые схемы организационных отношений.  
 59. Производные и смешанные схемы организационных отношений.  
 60. Основные характеристики организаций будущего и перспективные направления развития организаций.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

В целях обеспечения самостоятельной работы студентов выдаются самостоятельные индивидуальные задания. Суть задания – анализ изучаемых в дисциплине методов и алгоритмов. В зависимости от сложности задания, их количество может варьироваться от 2 до 3 на один модуль.

Темы и формы контроля.

Тема 1. Основные понятия теории систем.

Форма контроля: коллоквиум.

Тема 2. Декомпозиция и агрегирование систем.

Форма контроля: коллоквиум.

Тема 3. Исследование систем методами операционного исчисления.

Форма контроля: домашняя контрольная работа.

Тема 4. Моделирование сложных систем.

Форма контроля: домашняя контрольная работа.

Тема 5. Информационные аспекты исследования сложных систем.

Форма контроля: тестирование.

Тема 6. Надежность систем.

Форма контроля: тестирование.

### **VII. Материально-техническое обеспечение**

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются научная библиотека, аудитории для лекционных и практических занятий. Для выполнения дополнительных заданий нужна возможность использования ресурсов Интернет (компьютерный класс с лицензионным программным обеспечением, доступ в Интернет центр для самостоятельной работы).

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 308 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, меловая доска, экран, проектор
---	--

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
-------------------------------	--

работы Компьютерный класс № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
--	--

**VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Реквизиты документа, утвердившего изменения</b>