

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 21.05.2023 17:26:06  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор  
по научной работе

О.Г. Добросердов

(подпись, инициалы, фамилия)



« 09 » 09 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы нелинейной динамики в исследованиях живых систем  
(наименование дисциплины)

направление подготовки 09.06.01  
(шифр согласно ФГОС ВО)

Информатика и вычислительная техника  
(наименование направления подготовки)

Системный анализ, управление и обработка информации  
(технические и медицинские системы)  
(наименование направленности (профиля, специализации))

квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

форма обучения очная  
(очная, заочная)

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника и на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» июня 2015 г.

Программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы) на заседании кафедры биомедицинской инженерии «31» августа 2015 г., протокол №1.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Корневский

Разработчик программы \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор С.А.Филист  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:

Начальник отдела докторантуры и аспирантуры \_\_\_\_\_ О.Ю. Прусова

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ В.Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «28» 06 2015 г. на заседании кафедры БМИ 31.08.16 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Н.А. Корневский/

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «28» 06 2015 г. на заседании кафедры БМИ 31.08.14 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Н.А. Корневский/

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 2015 г. на заседании кафедры БМИ 30.08.18 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Н.А. Корневский/



Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 06 2018г. на заседании кафедры БМЦ 30.08.2019 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 М.А. Кореньков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 2018г. на заседании кафедры БМЦ №1 от 31.08.2020  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 М.А. Кореньков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 06 2019г. на заседании кафедры БМЦ №1 от 31.08.2021  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 М.А. Кореньков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «25» 06 2020г. на заседании кафедры БМЦ №14 от 01.08.2022  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 М.А. Кореньков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол №    «  » 20 г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Подготовка обучающегося к научно-исследовательской работе в области анализа закономерностей, проявляемых в структуре природных и искусственных объектов, процессов и явлений, обладающих явно выраженной фрагментарностью, и проектировании интеллектуальных диагностических и управленческих систем в медицине, экологии, здравоохранении, функционирование которых основано на этих закономерностях.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является интеграция определённых направлений физики, математики, информатики, химии и биологии для осуществления комплексного подхода в изучении ряда явлений на уровне организма.

### 1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является формирование у аспирантов компетенций, позволяющих реализовать научно-исследовательскую и преподавательскую деятельность:

ОПК-3 - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

ПК-1 – способностью разрабатывать, модифицировать и оптимизировать методы анализа и синтеза сложных систем;

ПК-5 - владением методологией построения моделей сложных систем, знание специфики моделирования живых систем и умение использовать пакеты визуального моделирования для их исследования.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы нелинейной динамики в исследованиях живых систем» относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

## 3 Содержание и объем дисциплины

### 3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.), 72 часов.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Объём дисциплины	Всего, Часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
Лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрен
зачет	предусмотрено

Объём дисциплины	Всего, Часов
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
Лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Контроль/экс (подготовка к экзамену)	не предусмотрен

Таблица 3.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Компетенции
		№ лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	6	-	1, 2	У1, У2, МУ1, МУ2	С (10), Д (10), ЗП(11) КЗ(11)	ОПК-3 ПК-1
2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	4	-	3, 4	У1, У2, МУ1, МУ2	С (12), ЗП (12), Д(12), КЗ (12)	ПК-5
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	4	-	5, 6	У1, У2, МУ1, МУ2	С (13), ЗП (13), Д (13)	ОПК-3 ПК-5
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	4	-	7	У1, МУ1, МУ2	С (14), ЗП (14), Д (14)	ОПК-3

Примечание: У<sub>i</sub>- учебная литература; МУ<sub>j</sub>- методические указания; С – собеседование по разделу; ЗП – защита практического занятия в виде собеседования, КЗ– кейс-задача, Д – дискуссия.

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	Основные идеи динамики. Теория катастроф. Классические представления Лапласа об однозначно детерминированном и предсказуемом мире. Теория бифуркации и катастроф.

2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	Детерминированный хаос. Последовательность Фейгенбаума. Фрактальная геометрия. Энтропия. Множество Мандельброта. Хаос и фракталы.
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	Самоорганизация. Синергетика биологических систем. Самоорганизующиеся системы как предмет изучения синергетики, подходы к изучению синергетики, ее диалогичность. Модели самоорганизации в науках о человеке и обществе. Сверхбыстрое развитие процессов в сложных системах. Коэволюция, роль хаоса в эволюции. Биологическая самоорганизация. Биологическая самоорганизация в разнообразных биологических системах всех уровней, от молекулярного и клеточного до популяционного
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	Моделирование в биологии. Попытки математического моделирования биологических структур и процессов наряду с поиском натуральных и экспериментальных моделей для описания и исследования биологического морфогенеза. Модели в биологии применяются для моделирования биологических структур, функций и процессов на разных уровнях организации живого: молекулярном, субклеточном, клеточном, органносистемном, организменном и популяционно-биоценотическом. Возможно также моделирование различных биологических феноменов, а также условий жизнедеятельности отдельных особей, популяций и экосистем.

### 3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Фрактальная геометрия	2
2	Фрактальное исчисление	2
3	Мультифрактальные меры	2
4	Фрактальные временные ряды	2
5	Случайное блуждание и фракталы	2
6	Фрактальные поверхности	4
7	Фрактальный анализ изображений	4
Итого		18

### 3.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРА)

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4

1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	10-11 неделя	8
2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	12 неделя	10
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	13 неделя	10
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	14 неделя	8
Итого			36

#### 4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов по данной дисциплине организуется:

*библиотекой Университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;
  - заданий для самостоятельной работы;
  - тем рефератов и докладов;
  - вопросов к зачетам;
  - методических указаний к выполнению практических работ и т.д.

*типографией Университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

#### 5 Образовательные технологии

Структурная составляющая компетенции **знания** формируется путем чтения лекций и выполнения части самостоятельной работы, ориентированной на приобретение знаний. Источником знаний кроме конспекта лекций являются соответствующие учебники, учебные пособия, статьи в профессиональных журналах и сведения, получаемые с помощью интернет

технологий. Приобретение **умений** и **навыков** обеспечивается в ходе выполнения практических занятий и самостоятельной работы аспирантов

Таблица 5.1 - Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекция 1 «Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф»	Дискуссия	1
2	Лекция 2 «Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы»	Дискуссия	1
3	Лекция 3 «Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация»	Дискуссия	1
4	Лекция 4 «Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма»	Дискуссия	2
6	Практическое занятие 1 «Фрактальная геометрия»	Кейс-задача	2
7	Практическое занятие 2 «Фрактальное исчисление»	Кейс-задача	2
Итого:			9

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 - Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
<b>ОПК-3</b> – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности	Б1.В.ОД.4 Методология научных исследований при подготовке диссертации	Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований
			Б1.В.ОД.6 Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы)
			Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и классификации



Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
			квазипериодических сигналов
			Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети
			Б1.В.ДВ.2.2 Методы анализа и классификации сложноструктурируемых изображений
			Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
			Б2.2 Научно-исследовательская практика
			Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
			Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
<b>ПК-1</b> – способность разрабатывать, модифицировать и оптимизировать методы анализа и синтеза сложных систем		Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
			Б1.В.ОД.6 Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы)
			Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и классификации квазипериодических сигналов
			Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
			Б1.В.ДВ.2.2 Методы анализа и классификации сложноструктурируемых изображений Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ПК-5</b> - способностью владеть методологией построения моделей сложных систем, знание специфики моделирования живых систем и умение использовать пакеты визуального моделирования для их исследования	Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований	Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и классификации квазипериодических сигналов Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка науч-но-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 - Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК – 3/ завершающий	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся ЗУН 3.Умение применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	<b>Знать:</b> основные положения теории фрактальных исчислений. <b>Уметь:</b> использовать теорию фрактальных исчислений для решения задач системного анализа. <b>Владеть:</b> методиками оценки фрактальных размерностей	<b>Знать:</b> дополнительно к пороговому уровню основы теории мультифракталов. <b>Уметь:</b> дополнительно к пороговому уровню измерять фрактальные размерности кластеров. <b>Владеть:</b> дополнительно к пороговому уровню методами построения сложных фрактальных поверхностей.	<b>Знать:</b> дополнительно к продвинутому уровню методы фрактального анализа анализа биомедицинских сигналов. <b>Уметь:</b> дополнительно к продвинутому уровню использовать теорию мультифракталов для анализа биомедицинских сигналов. <b>Владеть:</b> дополнительно к продвинутому уровню методами выделения информативных признаков из сложноструктурируемых сигналов на основе фрактальных исчислений.
ПК – 1/ завершающий	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3РПД 2.Качество освоенных обучающимся ЗУН 3.Умение	<b>Знать</b> методы мониторинга сигналов в сложных системах на основе фрактального анализа <b>Уметь</b> модифицировать методы фрактального анализа сложных систем <b>Владеть</b> навыками построения и проведения экспериментов на основе фрактального	<b>Знать</b> дополнительно к пороговому уровню методы фрактального анализа временных рядов <b>Уметь</b> дополнительно к пороговому уровню модифицировать методы фрактального анализа для	<b>Знать</b> дополнительно к продвинутому уровню методы фрактального анализа квазипериодических сигналов сложных систем <b>Уметь</b> дополнительно к продвинутому уровню разрабатывать, модифицировать и оптимизировать методы фрактального

	применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	анализа	биотехнических систем <b>Владеть</b> дополнительно к пороговому уровню навыками построения и проведения экспериментов в сложных медико-биологических системах	анализа и синтеза сложных систем <b>Владеть</b> дополнительно к продвинутому уровню навыками построения и проведения оптимальных экспериментов в сложных системах на основе парадигмы фракталов
ПК – 5/ завершающих	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3РПД 2. Качество освоенных обучающимся ЗУН 3. Умение применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	<b>Знать:</b> методологию фрактального анализа для исследования сложных систем. <b>Уметь:</b> составлять алгоритм предоставления визуальной информации на основе фрактальной геометрии и фрактального исчисления. <b>Владеть:</b> техническими средствами визуализации фракталов.	<b>Знать:</b> дополнительно к пороговому уровню особенности использования методологии фрактального анализа в биотехнических системах. <b>Уметь:</b> дополнительно к пороговому уровню синтезировать модели биотехнических систем на основе фрактальных исчислений. <b>Владеть:</b> дополнительно к пороговому уровню пакетами мультимедийных средств для визуального моделирования фракталов.	<b>Знать:</b> дополнительно к продвинутому уровню методологию и типовые аспекты самоорганизационного моделирования фракталов <b>Уметь:</b> дополнительно к продвинутому уровню осуществлять измерение фрактальных размерностей кластеров и изображений. <b>Владеть:</b> дополнительно к продвинутому уровню методами раскраски изображений фракталов.

**6.3 Материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы (паспорт комплекса оценочных средств)**

Таблица 6.3 - Паспорт комплекта оценочных средств

№	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ задани	

		компетенции (или ее части)			й	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-15; 1-2:1-10,	Оценивая ответ, учитывают следующие <i>основные критерии</i> : – уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии); – умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций; – качество изложения материала, то есть четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости); – способность устанавливать внутри- и межпредметные связи, оригинальность и логика мышления, знакомство с дополнительной литературой и множество других факторов. <i>Критерии оценок:</i> Оценка <i>зачтено</i> – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы членов комиссии, свободное владение источниками. Предложенные в качестве
		ПК-1	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-10; 1-2: 1-10, 1-10; 1-15, 1; 1-15	
2	Теория самоорганизации . Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	ПК-5	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-10; 1-15; 1; 1-15	
3	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д	1-15; 1-2:1-10,	
		ПК-5	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д	1-10; 1-10; 1-15; 1-15	



4	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, ЗБТ	1-15; 1-10; 1-2:1-10, 1-10; 1-15; 1-15; 1-10:16	<p>самостоятельной работы формы работы (примерный план исследовательской деятельности; пробная рабочая программа) приняты без замечаний.</p> <p>Оценка <i>не зачтено</i> – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Отсутствие выполненных самостоятельных дополнительных работ.</p> <p>Оценка по дисциплине складывается из зачета самостоятельных работ и оценки ответа на зачете.</p> <p><i>Показатели и критерии оценивания компетенций (результатов):</i></p> <p>Процедура испытания предусматривает ответ аспиранта по вопросам зачетного билета, который заслушивает комиссия. После сообщения аспиранта и ответов на заданные вопросы, комиссия обсуждает качество ответа и голосованием принимает решение об оценке (зачтено/не зачтено), вносимой в протокол. Особое внимание обращается на степень осмысления процессов развития методологии науки и ее современных проблем. Изучаемый материал должен быть понятным. Приоритет понимания обуславливает способность изложения собственной точки зрения в контексте с другими позициями.</p>
---	---	-------	---------------	---------------------	---	---

**Примечание:**

ИМЛ – изучение материалов лекции

СРС – самостоятельная работа аспирантов

ВПЗ – выполнение практических заданий

ПЗЧ – подготовка к зачету

С – собеседование

ВСРС – вопросы для собеседования по самостоятельной работе аспирантов

ЗП – защита практической работы в форме собеседования

РТ – рубежный тест

КЗ – кейс-задача

Д - дискуссия

ЗБТ – зачетное бланковое тестирование

**6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы для собеседования по разделу (теме) дисциплины 1: Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф**

1. Почему настоящее время все более актуальным становится развитие теории нелинейных систем?
2. С какой целью могут искусственно вводиться в систему существенные нелинейности?
3. Почему решение задачи максимального быстродействия системы относит эту задачу в класс нелинейных?
4. Почему наличие нечувствительности может перевести систему в класс нелинейных систем?
5. Почему наличие насыщения может перевести систему в класс нелинейных систем?
6. Почему наличие разрывных характеристик может перевести систему в класс нелинейных систем?
7. Почему наличие в системе привода регулирующего органа, имеющего постоянную скорость может перевести эту систему в класс нелинейных?
8. Почему наличие сухого трения или зазора в механической передаче может перевести эту систему в класс нелинейных?
9. С целью повышения качества управления используют, так называемые системы с переменной структурой, когда на основе текущей информации о состоянии объекта с переменной инерционностью при формировании управления происходит переключение структур линейных регуляторов. Достаточно ли для исследования таких систем методов линейной теории?
10. Для повышения точности систем управления часто требуется амплитудное подавление влияния колебаний, вызванных упругими свойствами элементов системы без внесения нежелательного фазового запаздывания. Можно ли решить эту задачу в рамках теории линейных систем?
11. Определения фракталов
12. Самоподобие
13. Дробные размерности
14. Пыль Кантора, кривая Пиано, снежинка Коха, дракон Хэйгена
15. Классификация фракталов

**Вопросы для собеседования по практическому занятию 1: Фрактальная геометрия**

1. Определите понятия “фрактал”, “фрактальный”.
2. Приведите примеры фрактальных структур в природе.
3. В чем отличие природных фрактальных структур от их математических (“идеальных”) представлений?
4. Что такое фрактальный кластер?
5. Что характеризует размерность фрактального кластера?
6. О каких процессах в природе свидетельствует образование фрактальных систем: фрактальных кластеров? Обоснуйте Ваше утверждение.
7. В чем заключаются особенности геометрических, алгебраических и стохастических фракталов?
8. Какие методы построения фракталов вы знаете?
9. Какова роль фракталов в компьютерной графике?
10. Перечислите основные типы фракталов.

**Вопросы для собеседования по самостоятельной работе аспирантов по разделу (теме) дисциплины 1: Фрактальная геометрия**

1. Что такое Фрактал?
2. Как классифицируются фракталы?
3. Какие фракталы называются геометрическими?
4. Как строится триадная кривая Коха?
5. Математическое описание модели множества Мандельброта.

6. Какие фракталы называются стохастическими?
7. Примеры известных фракталов.
8. Как фракталы применяются в жизни человека?
9. Модель ковра Серпинского.
10. Модель решётки Серпинского.

### Кейс-задача

Конденсатор с нелинейной характеристикой  $q = CU + aU^2$  замкнут на резистор с сопротивлением  $R$ . Получите зависимость напряжения на конденсаторе от времени, если его начальное значение равно  $U_0$ . Оцените характерное время  $\tau$ , в течение которого существенны нелинейные эффекты. Найдите закон изменения напряжения на линейной стадии процесса разряда конденсатора

### Перечень дискуссионных тем по разделу (теме) дисциплины 2: Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы.

1. Динамический хаос-это...?
2. Что сочетает в себе детерминированный хаос?
3. За счет чего системы, поведение которых детерминируется правилами, не включающим случайность, с течением времени проявляют непредсказуемость?
4. Фрактал-это...?
5. Какую целочисленную размерность: имеют традиционные геометрические объекты?
6. Топологический инвариант каждой фрактальной структуры- это...?
7. Все природные квазифрактальные структуры представляют собой...?
8. Поскольку реальные объекты управления могут функционировать в условиях значительной априорной неопределенности параметров объектов и условий среды, то недостающая информация об объекте управления получается автоматически в процессе работы системы на основе текущих измерений. Можно ли проектируя такие системы ограничиться методами линейной теории?
9. В ряде так называемых экстремальных систем в процессе их работы должно обеспечиваться минимальное (либо максимальное) значение функционала качества, зависящего от значений процессов в системе. Поскольку должна быть обеспечена автоматическая настройка на экстремум данного функционала, можно ли найти решение поставленной задачи методами теории линейных систем?
10. В настоящее время широкое распространение находят цифровые системы управления, в которых, строго говоря, осуществляется квантование сигнала как по времени, так и по уровню. Можно ли исследовать такие системы в классе линейных систем?
11. Фракталы Мандельброта и Жюлиа
12. Системы итерированных функции
13. Топология и фрактальная размерность
14. Размерность береговой линии, размерность геометрических фракталов
15. Формула Хаусдорфа-Базекевича

### Итоговый тест

1. Что понимают под динамической системой:
  - а) систему, где задан закон, который описывает изменения начального состояния с течением времени
  - б) систему, где любой объект, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин в данный момент времени
  - в) верно а) и б)
  - г) все ответы неверны
2. Гамильтониан характеризует:

- а) динамическую природу системы
  - б) физическую природу системы
  - в) биологическую природу системы
  - г) все ответы верны
3. Значение параметра явления бифуркации это:
- а) линия бифуркации
  - б) точка бифуркации
  - в) уравнение бифуркации
  - г) все ответы неверны
4. Одной из предпосылок формирования общей теории систем явилось:
- а) возможность сведения частей в целое
  - б) многокачественность, многомерность, разнородность и разнопорядковость реальной действительности
  - в) возможность разделения целого на части
  - г) наличие отдельных вещей в окружающем мире
5. К нисходящей ветви развития систем относятся этапы:
- а) возникновения и распада
  - б) становления
  - в) расцвета
  - г) стагнации и распада
6. Смысл структурализма состоит в изучении:
- а) внутреннего строения и связей между компонентами системы
  - б) функций структурных компонентов системы
  - в) внутреннего строения систем и ее функционировании
  - г) связей и зависимостей между компонентами системы
7. Полиморфизм системных образований обнаруживает себя через:
- а) постоянное сохранение структуры системы
  - б) изменения структуры системы под воздействием внешней среды
  - в) постоянное сохранение структуры системы, несмотря на сильные внешние возмущения
  - г) изменение структуры системы под воздействием внутренних процессов
8. При применении принципа многоуровневости на первом уровне описываются:
- а) внутренние качества и свойства системы
  - б) качества, которые выделяют данную систему среди других
  - в) внутренние источники развития системы
  - г) свойства исследуемой системы как части более сложной системы
9. Основные признаки системности (указать лишний) :
- а) автономность
  - б) интегративность
  - в) целостность
  - г) ограниченность
10. Первой фазой проектирования систем является :
- а) оценка
  - б) формирование стратегии или планирования
  - в) реализация
  - г) поиск и разработка вариантов
11. Выходным элементом системы называется результат:
- а) внутреннего функционирования системы
  - б) взаимодействия внутренних структур систем
  - в) воздействия внешних факторов на систему
  - г) преобразования в системе
12. При применении принципа многоуровневости на втором уровне описываются:
- а) качества системы, которые выделяют ее среди других

- б) свойства исследуемой системы как части более сложной системы
- в) внутренние источники развития системы
- г) внутренние качества системы

13. Общество образуют:

- а) только разнородные типы компонентов
- б) только однородные типы компонентов
- в) в основном однопорядковые типы компонентов
- г) разнородные и разнорядковые типы компонентов

14. В каком приборе нарушается условие трансверсальности пересечения устойчивых и неустойчивых многообразий седловых циклов на счетном множестве значений параметров:

- а) аттрактор Герона
- б) аттрактор Ксеона
- в) аттрактор Хенона
- г) все ответы неверны

15. Синхронизация автоколебательных систем является:

- а) одним из механизмов самоорганизации
- б) одним из разделов физики
- в) одним из разделов динамики
- г) одним из разделов математики

16. Задача. Конденсатор с нелинейной характеристикой  $q = CU + aU^2$  замкнут на резистор с сопротивлением  $R$ . Получите зависимость напряжения на конденсаторе от времени, если его начальное значение равно  $U_0$ . Оцените характерное время  $\tau$ , в течение которого существенны нелинейные эффекты. Найдите закон изменения напряжения на линейной стадии процесса разряда конденсатора

### **6.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:**

- Список методических указаний, используемых в образовательном процессе, представлен в п. 7.2

Оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная и дополнительная учебная литература**

#### **а) Основная литература**

1 Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]: учебник / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. :Юнити-Дана, 2015.-319 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115169>.

2. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика : учебник для вузов / В.О. Самойлов. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : СпецЛит, 2013. – 604 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912>.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Биофизика [Текст] : учебник для студ. вуз / А.М. Черныш, В.И. Пасечник, С.А. Вознесенский, Е.К. Козлова; Под ред. В.Ф. Антонова. – М. :ВЛАДОС, 2000. – 288 с.

2. Садохин, А.П. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Садохин. – 2-е изд., перераб. И доп. – М. :Юнити-Дана, 2015. -447 с. // Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115397>

3. Арнольд, В.И. Теория катастроф [Текст] / В.И. Арнольд. – 4-е изд., стер. – М. :Едиториал УРСС, 2004. – 128 с.

4. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст] : учебник для студ. мед. спец. вуз. / А.Н. Ремизов. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 1999. – 616 с.



## 7.2 Перечень методических указаний

1. Методы нелинейной динамики [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и выполнению практических занятий для аспирантов направления подготовки 09.06.01 и 12.06.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Филист. – Электрон. текстовые дан. (990 КБ). – Курск, 2018. – 44 с.
2. Методы нелинейной динамики [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы для аспирантов направления подготовки 09.06.01 и 12.06.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Филист. – Электрон. текстовые дан. (923 КБ). – Курск, 2018. – 38 с.

## 7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://www.physionet.org/> - Физиологические сигналы
2. <http://www.lib.swsu.ru/> - Электронная библиотека ЮЗГУ
3. <http://www.biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. <http://matlab.ru/education/> - MathWork MATLAB
5. <http://wordexpert.ru> – Word Expert профессиональная работа с текстом
6. <http://www.pcweek.ru> – PCWEEK live – корпоративные информационные технологии и решения

## 7.4 Перечень информационных технологий

Пакет офисных приложений – Microsoft Office 2016. Лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. С ООО «СМСКанал»

Операционная система Windows – Windows 7. Договор IT000012385

Операционная система Windows – LibreOffice. Лицензия свободного программного обеспечения GNU Lesser General Public Licence (LGPL) [ru.libreoffice.org/download/](http://ru.libreoffice.org/download/)

Антивирус Касперского – Kaspersky Endpoint Security Russian Editon лицензия 156А-160809-093725-387-506 (или ESET NOD, сублицензионный договор №Вж-ПО\_119356)

Программное обеспечение с открытым исходным кодом для численного расчета – SciLab. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL)

<https://www.scilab.org/>

Научный язык программирования – GNU Octave. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL).

<https://www.gnu.org/software/octave/>

Научный анализ данных и визуализация – SciDaVis. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL).

<https://sourceforge.net/projects/scidavis/>

Анализ и визуализация научных данных – QtiPlot. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL). Демонстрационная версия. <http://www.qtiplot.com/download.html>

Статистический анализ данных – PSPP. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL) <https://www.gnu.org/software/pspp/get.html>

Математическое программное обеспечение – PTC Mathcad Express. Freeware – бесплатное программное обеспечение. <https://www.ptc.com/en/products/mathcad/comparison-chart>

Программа для вычисления математических выражений и построения графиков функций – Smath Studio. Freeware – бесплатное программное обеспечение. <https://ru.smath.info>

Графическая программа с открытым исходных кодом для статистического анализа – Jasp. Лицензия свободного программного обеспечения GNU Affero General Public License. <https://jasp-stats.org/download/>

Программа для статистической обработки данных – STADIA 8.0. Бесплатная учебная версия. <http://protein.bio.msu.ru/~akula/Podr2~1.htm>

### 7.5 Другие учебно-методические материалы

1. Библиотечная подписка на журнал: Искусственный интеллект и принятие решений.
2. Библиотечная подписка на журнал: Информационные технологии.
3. Библиотечная подписка на журнал: Известия Юго-Западного государственного университета: - Технические науки,
4. Библиотечная подписка на журнал: «Медицинская техника».
5. Библиотечная подписка на журнал: «Биомедицинская радиоэлектроника»
- Библиотечная подписка на журнал: «Биотехносфера»
7. Библиотечная подписка на журнал: «Информационно-измерительные и управляющие системы»
8. Принятие решений с помощью методов анализа иерархий и аналитических сетей [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы оптимизации и принятия решений» для обучающихся по направлению подготовки магистров 221700.68 «Стандартизация и метрология» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра управления качеством, метрологии и сертификации ; ЮЗГУ ; сост. А. Г. Ивахненко. - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 41 с.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аспирантам в ходе самостоятельной работы предоставлена возможность использования компьютерного и лабораторного оборудования кафедры и научных подразделений Юго-Западного государственного университета.

Стандартно оборудованные лекционные аудитории. Для проведения отдельных занятий (по заявке) - выделение компьютерного класса, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, др. оборудование.

Для проведения практических занятий рабочие места аспирантов оснащены:

1. ПЭВМ тип 1 (AsusP5G41T-M LE/DDR3 2048Mb/Core 2 Duo E7500/SATA-11 500Gb Hitachi /DVD+/-RW/ATX 450W inwin/ Монитор TFT Wide 20")
2. ПЭВМ согласно техпаспорту N002434 (12480).
3. Мультимедиа центр ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+.
4. Автоматизированная система для обработки и классификации сложноструктурированных изображений
5. Комплекс компьютерный многофункциональный для исследования ЭЭГ и ВП «Нейрон-Спектр-4/П» с программой и оборудованием «Поли-Спектр-Ритм/ЭЭГ».
6. Велоэргометр Oxygen CARDIO CONCEPT IV HRC+
7. Комплекс реографический 6-канальный «Рео-Спектр-3 (комплектация Рео-Спектр-3/Р)»
8. Автоматизированный комплекс для биоимпедансных исследований

**9 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменен ных	заменен ных	аннулиро ванных	новых			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор  
по научной работе

О.Г. Добросердов

(подпись, инициалы, фамилия)



« 01 » 09 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы нелинейной динамики в исследованиях живых систем  
(наименование дисциплины)

направление подготовки \_\_\_\_\_ 09.06.01  
(шифр согласно ФГОС ВО)

Информатика и вычислительная техника  
и наименование направления подготовки)

Системный анализ, управление и обработка информации  
(технические и медицинские системы)  
наименование направленности (профиля, специализации)


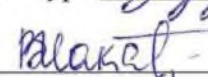
квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

форма обучения \_\_\_\_\_ заочная  
(очная, заочная)



Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника и на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол №10 «29» июня 2015 г.

Программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы) на заседании кафедры биомедицинской инженерии «31» августа 2015 г., протокол №1.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Н.А. Корневский  
Разработчик программы \_\_\_\_\_  д.т.н., профессор С.А.Филист  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)  
Согласовано:  
Начальник отдела докторантуры и аспирантуры  О.Ю. Прусова  
Директор научной библиотеки  В.Г. Макаровская

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол №11 «24» 06 2015г. на заседании кафедры БМИ 31.08.16 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол №10 «26» 06 2015г. на заседании кафедры БМИ 31.08.14 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Н.А. Корневский

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы), одобренного Ученым советом университета протокол №12 «27» 06 2015г. на заседании кафедры БМИ 30.08.18 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Н.А. Корневский



Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «24» 06 2019г. на заседании кафедры БМИ 30.08.2019 №1  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 /М.А.Коровин/

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 2018г. на заседании кафедры БМИ №1 от 11.08.2020  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 /М.А.Коровин/

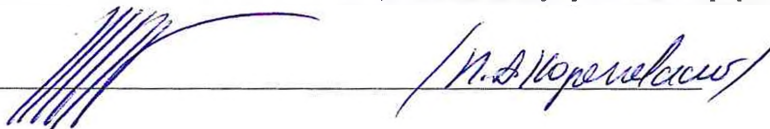
Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «21» 06 2019г. на заседании кафедры БМИ №1 от 21.08.2021  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 /М.А.Коровин/

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «19» 06 2020г. на заседании кафедры БМИ №14 от 06.07.2022  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

 /М.А.Коровин/

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль, специализация) Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    20  г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Подготовка обучающегося к научно-исследовательской работе в области анализа закономерностей, проявляемых в структуре природных и искусственных объектов, процессов и явлений, обладающих явно выраженной фрагментарностью, и проектировании интеллектуальных диагностических и управленческих систем в медицине, экологии, здравоохранении, функционирование которых основано на этих закономерностях.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является интеграция определённых направлений физики, математики, информатики, химии и биологии для осуществления комплексного подхода в изучении ряда явлений на уровне организма.

### 1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является формирование у аспирантов компетенций, позволяющих реализовать научно-исследовательскую и преподавательскую деятельность:

ОПК-3 - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

ПК-1 – способностью разрабатывать, модифицировать и оптимизировать методы анализа и синтеза сложных систем;

ПК-5 - владением методологией построения моделей сложных систем, знание специфики моделирования живых систем и умение использовать пакеты визуального моделирования для их исследования.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы нелинейной динамики в исследованиях живых систем» относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

## 3 Содержание и объем дисциплины

### 3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.), 72 часов.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Объём дисциплины	Всего, Часов
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
Лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрен
зачет	предусмотрено

Объём дисциплины	Всего, Часов
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
Лекции	18
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Контроль/экс (подготовка к экзамену)	не предусмотрен

Таблица 3.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Компетенции
		№ лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	6	-	1, 2	У1, У2, МУ1, МУ2	С (5), Д (6), ЗП(7) КЗ(8)	ОПК-3 ПК-1
2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	4	-	3, 4	У1, У2, МУ1, МУ2	С (9), ЗП (10), Д(9), КЗ (11)	ПК-5
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	4	-	5, 6	У1, У2, МУ1, МУ2	С (12), ЗП (13), Д (14)	ОПК-3 ПК-5
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	4	-	7	У1, МУ1, МУ2	С (15), ЗП (16), Д (15)	ОПК-3

Примечание: У<sub>i</sub>- учебная литература; МУ<sub>j</sub>- методические указания; С – собеседование по разделу; ЗП – защита практического занятия в виде собеседования, КЗ– кейс-задача, Д – дискуссия.

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	Основные идеи динамики. Теория катастроф. Классические представления Лапласа об однозначно детерминированном и предсказуемом мире. Теория бифуркации и катастроф.

2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	Детерминированный хаос. Последовательность Фейгенбаума. Фрактальная геометрия. Энтропия. Множество Мандельброта. Хаос и фракталы.
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	Самоорганизация. Синергетика биологических систем. Самоорганизующиеся системы как предмет изучения синергетики, подходы к изучению синергетики, ее диалогичность. Модели самоорганизации в науках о человеке и обществе. Сверхбыстрое развитие процессов в сложных системах. Коэволюция, роль хаоса в эволюции. Биологическая самоорганизация. Биологическая самоорганизация в разнообразных биологических системах всех уровней, от молекулярного и клеточного до популяционного
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	Моделирование в биологии. Попытки математического моделирования биологических структур и процессов наряду с поиском натуральных и экспериментальных моделей для описания и исследования биологического морфогенеза. Модели в биологии применяются для моделирования биологических структур, функций и процессов на разных уровнях организации живого: молекулярном, субклеточном, клеточном, органносистемном, организменном и популяционно-биоценотическом. Возможно также моделирование различных биологических феноменов, а также условий жизнедеятельности отдельных особей, популяций и экосистем.

### 3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Фрактальная геометрия	2
2	Фрактальное исчисление	2
3	Мультифрактальные меры	2
4	Фрактальные временные ряды	2
5	Случайное блуждание и фракталы	2
6	Фрактальные поверхности	4
7	Фрактальный анализ изображений	4
Итого		18

### 3.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРА)

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4

1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	5-8 неделя	8
2	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	9-11 неделя	10
3	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	12-14 неделя	10
4	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма	15-16 неделя	8
Итого			36

#### 4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов по данной дисциплине организуется:

*библиотекой Университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;
  - заданий для самостоятельной работы;
  - тем рефератов и докладов;
  - вопросов к зачетам;
  - методических указаний к выполнению практических работ и т.д.

*типографией Университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

#### 5 Образовательные технологии

Структурная составляющая компетенции **знания** формируется путем чтения лекций и выполнения части самостоятельной работы, ориентированной на приобретение знаний. Источником знаний кроме конспекта лекций являются соответствующие учебники, учебные пособия, статьи в профессиональных журналах и сведения, получаемые с помощью интернет

технологий. Приобретение **умений** и **навыков** обеспечивается в ходе выполнения практических занятий и самостоятельной работы аспирантов

Таблица 5.1 - Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекция 1 «Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф»	Дискуссия	1
2	Лекция 2 «Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы»	Дискуссия	1
3	Лекция 3 «Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация»	Дискуссия	1
4	Лекция 4 «Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма»	Дискуссия	2
6	Практическое занятие 1 «Фрактальная геометрия»	Кейс-задача	2
7	Практическое занятие 2 «Фрактальное исчисление»	Кейс-задача	2
Итого:			9

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 - Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
<b>ОПК-3</b> – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Б1.В.ОД.1 Методология науки и образовательной деятельности	Б1.В.ОД.4 Методология научных исследований при подготовке диссертации	Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований
			Б1.В.ОД.6 Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы)
			Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
			классификации квазипериодических сигналов
			Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети
			Б1.В.ДВ.2.2 Методы анализа и классификации сложноструктурируемых изображений
			Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
			Б2.2 Научно-исследовательская практика
			Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
			Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
<b>ПК-1</b> – способность разрабатывать, модифицировать и оптимизировать методы анализа и синтеза сложных систем		Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук
			Б1.В.ОД.6 Системный анализ, управление и обработка информации (технические и медицинские системы)
			Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и классификации квазипериодических сигналов
			Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
			Б1.В.ДВ.2.2 Методы анализа и классификации сложноструктурируемых изображений Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
<b>ПК-5</b> - способностью владеть методологией построения моделей сложных систем, знание специфики моделирования живых систем и умение использовать пакеты визуального моделирования для их исследования	Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	Б1.В.ОД.5 Автоматизированные системы медико-биологических исследований	Б1.В.ДВ.1.1 Методы обработки многомерных сигналов и данных
			Б1.В.ДВ.1.2 Интеллектуальные системы анализа и классификации квазипериодических сигналов Б1.В.ДВ.2.1 Мягкие вычисления и нейронные сети Б4.Г.1 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Б2.2 Научно-исследовательская практика Б4.Д.1 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)
	Б3.1 Научно-исследовательская деятельность и подготовка науч-но-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук		



## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 - Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК – 3/ завершающий	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.ЗРПД 2.Качество освоенных обучающимся ЗУН 3.Умение применять ЗУН в типовых и нестандартны х ситуациях	<b>Знать:</b> основные положения теории фрактальных исчислений. <b>Уметь:</b> использовать теорию фрактальных исчислений для решения задач системного анализа. <b>Владеть:</b> методиками оценки фрактальных размерностей	<b>Знать:</b> дополнительно к пороговому уровню основы теории мультифракталов. <b>Уметь:</b> дополнительно к пороговому уровню Измерять фрактальные размерности кластеров. <b>Владеть:</b> дополнительно к пороговому уровню методами построения сложных фрактальных поверхностей.	<b>Знать:</b> дополнительно к продвинутому уровню методы фрактального анализа анализа биомедицинских сигналов. <b>Уметь:</b> дополнительно к продвинутому уровню использовать теорию мультифракталов для анализа биомедицинских сигналов. <b>Владеть:</b> дополнительно к продвинутому уровню методами выделения информативных признаков из сложноструктурируе мых сигналов на основе фрактальных исчислений.
ПК – 1/ завершающий	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.ЗРПД 2.Качество освоенных обучающимся ЗУН	<b>Знать</b> методы мониторинга сигналов в сложных системах на основе фрактального анализа <b>Уметь</b> модифицировать методы фрактального анализа сложных систем <b>Владеть</b> навыками построения и проведения экспериментов на	<b>Знать</b> дополнительно к пороговому уровню методы фрактального анализа временных рядов <b>Уметь</b> дополнительно к пороговому уровню модифицировать методы фрактального	<b>Знать</b> дополнительно к продвинутому уровню методы фрактального анализа квазипериодических сигналов сложных систем <b>Уметь</b> дополнительно к продвинутому уровню разрабатывать, модифицировать и оптимизировать

	3. Умение применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	основе фрактального анализа	анализа для биотехнических систем <b>Владеть</b> дополнительно к пороговому уровню навыками построения и проведения экспериментов в сложных медико-биологических системах	методы фрактального анализа и синтеза сложных систем <b>Владеть</b> дополнительно к продвинутому уровню навыками построения и проведения оптимальных экспериментов в сложных системах на основе парадигмы фракталов
ПК – 5/ завершающий	1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленный в п. 1.3РПД 2. Качество освоенных обучающимся ЗУН 3. Умение применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	<b>Знать:</b> методологию фрактального анализа для исследования сложных систем. <b>Уметь:</b> составлять алгоритм предоставления визуальной информации на основе фрактальной геометрии и фрактального исчисления. <b>Владеть:</b> техническими средствами визуализации фракталов.	<b>Знать:</b> дополнительно к пороговому уровню особенности использования методологии фрактального анализа в биотехнических системах. <b>Уметь:</b> дополнительно к пороговому уровню синтезировать модели биотехнических систем на основе фрактальных исчислений. <b>Владеть:</b> дополнительно к пороговому уровню пакетами мультимедийных средств для визуального моделирования фракталов.	<b>Знать:</b> дополнительно к продвинутому уровню методологию и типовые аспекты самоорганизационного моделирования фракталов <b>Уметь:</b> дополнительно к продвинутому уровню осуществлять измерение фрактальных размерностей кластеров и изображений. <b>Владеть:</b> дополнительно к продвинутому уровню методами раскраски изображений фракталов.

**6.3 Материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы (паспорт комплекса оценочных средств)**

Таблица 6.3 - Паспорт комплекта оценочных средств

№	Раздел (тема) дисциплины	Код контр	Технология формирования	Оценочные средства	Описание шкал оценивания
---	--------------------------	-----------	-------------------------	--------------------	--------------------------

1	2	олируемой компетенции (или ее части)	ния	наименование	№№ заданий	7
1	Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-2: 1-10, 1-10; 1-15, 1; 1-15	Оценивая ответ, учитывают следующие <i>основные критерии</i> : – уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии); – умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций; – качество изложения материала, то есть четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключая сжатости); – способность устанавливать внутри- и межпредметные связи, оригинальность и логика мышления, знакомство с дополнительной литературой и множество других факторов. <i>Критерии оценок:</i> Оценка <i>зачтено</i> – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы членов комиссии, свободное владение источниками. Предложенные в качестве
2		ПК-1	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-10; 1-15; 1; 1-15	
2	Теория самоорганизации. Синергетика биологических систем. Биологическая самоорганизация	ПК-5	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, КЗ	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-10; 1-15; 1; 1-15	
3	Моделирование в биологии. Топологический подход. Исследования фракталов в биологии. Фрактальная самоорганизация клеток. Хаос на уровне организма Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-10; 1-15; 1-15	
		ПК-5	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д	1-15; 1-2:1-10, 1-10; 1-10; 1-15; 1-15	

4	Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы	ОПК-3	ИМЛ, СРС, ВПЗ	С, ВСРС, ЗП, Д, ЗБТ	1-15; 1-10; 1-2:1-10, 1-10; 1-15; 1-15; 1-10:16	<p>самостоятельной работы формы работы (примерный план исследовательской деятельности; пробная рабочая программа) приняты без замечаний.</p> <p>Оценка <i>не зачтено</i> – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Отсутствие выполненных самостоятельных дополнительных работ.</p> <p>Оценка по дисциплине складывается из зачета самостоятельных работ и оценки ответа на зачете.</p> <p><i>Показатели и критерии оценивания компетенций (результатов):</i></p> <p>Процедура испытания предусматривает ответ аспиранта по вопросам зачетного билета, который заслушивает комиссия. После сообщения аспиранта и ответов на заданные вопросы, комиссия обсуждает качество ответа и голосованием принимает решение об оценке (зачтено/не зачтено), вносимой в протокол. Особое внимание обращается на степень осмысления процессов развития методологии науки и ее современных проблем. Изучаемый материал должен быть понятным. Приоритет понимания обуславливает способность изложения собственной точки зрения в контексте с другими позициями.</p>
---	---	-------	---------------	---------------------	---	---

**Примечание:**

ИМЛ – изучение материалов лекции

СРС – самостоятельная работа аспирантов

ВПЗ – выполнение практических заданий

ПЗЧ – подготовка к зачету

С – собеседование

ВСРС – вопросы для собеседования по самостоятельной работе аспирантов

ЗП – защита практической работы в форме собеседования

РТ – рубежный тест

КЗ – кейс-задача

Д - дискуссия

ЗБТ – зачетное бланковое тестирование

**6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Вопросы для собеседования по разделу (теме) дисциплины 1: Основные идеи нелинейной динамики. Теория катастроф**

1. Почему настоящее время все более актуальным становится развитие теории нелинейных систем?
2. С какой целью могут искусственно вводиться в систему существенные нелинейности?
3. Почему решение задачи максимального быстродействия системы относит эту задачу в класс нелинейных?
4. Почему наличие нечувствительности может перевести систему в класс нелинейных систем?
5. Почему наличие насыщения может перевести систему в класс нелинейных систем?
6. Почему наличие разрывных характеристик может перевести систему в класс нелинейных систем?
7. Почему наличие в системе привода регулирующего органа, имеющего постоянную скорость может перевести эту систему в класс нелинейных?
8. Почему наличие сухого трения или зазора в механической передаче может перевести эту систему в класс нелинейных?
9. С целью повышения качества управления используют, так называемые системы с переменной структурой, когда на основе текущей информации о состоянии объекта с переменной инерционностью при формировании управления происходит переключение структур линейных регуляторов. Достаточно ли для исследования таких систем методов линейной теории?
10. Для повышения точности систем управления часто требуется амплитудное подавление влияния колебаний, вызванных упругими свойствами элементов системы без внесения нежелательного фазового запаздывания. Можно ли решить эту задачу в рамках теории линейных систем?
11. Определения фракталов
12. Самоподобие
13. Дробные размерности
14. Пыль Кантора, кривая Пиано, снежинка Коха, дракон Хэйгена
15. Классификация фракталов

### **Вопросы для собеседования по практическому занятию 1: Фрактальная геометрия**

1. Определите понятия “фрактал”, “фрактальный”.
2. Приведите примеры фрактальных структур в природе.
3. В чем отличие природных фрактальных структур от их математических (“идеальных”) представлений?
4. Что такое фрактальный кластер?
5. Что характеризует размерность фрактального кластера?
6. О каких процессах в природе свидетельствует образование фрактальных систем: фрактальных кластеров? Обоснуйте Ваше утверждение.
7. В чем заключаются особенности геометрических, алгебраических и стохастических фракталов?
8. Какие методы построения фракталов вы знаете?
9. Какова роль фракталов в компьютерной графике?
10. Перечислите основные типы фракталов.

### **Вопросы для собеседования по самостоятельной работе аспирантов по разделу (теме) дисциплины 1: Фрактальная геометрия**

1. Что такое Фрактал?
2. Как классифицируются фракталы?
3. Какие фракталы называются геометрическими?
4. Как строится триадная кривая Коха?
5. Математическое описание модели множества Мандельброта.

6. Какие фракталы называются стохастическими?
7. Примеры известных фракталов.
8. Как фракталы применяются в жизни человека?
9. Модель ковра Серпинского.
10. Модель решётки Серпинского.

### Кейс-задача

Конденсатор с нелинейной характеристикой  $q = CU + aU^2$  замкнут на резистор с сопротивлением  $R$ . Получите зависимость напряжения на конденсаторе от времени, если его начальное значение равно  $U_0$ . Оцените характерное время  $\tau$ , в течение которого существенны нелинейные эффекты. Найдите закон изменения напряжения на линейной стадии процесса разряда конденсатора

### Перечень дискуссионных тем по разделу (теме) дисциплины 2: Динамический (детерминированный) хаос. Фрактальная геометрия. Хаос и фракталы.

1. Динамический хаос-это...?
2. Что сочетает в себе детерминированный хаос?
3. За счет чего системы, поведение которых детерминируется правилами, не включающим случайность, с течением времени проявляют непредсказуемость?
4. Фрактал-это...?
5. Какую целочисленную размерность: имеют традиционные геометрические объекты?
6. Топологический инвариант каждой фрактальной структуры- это...?
7. Все природные квазифрактальные структуры представляют собой...?
8. Поскольку реальные объекты управления могут функционировать в условиях значительной априорной неопределенности параметров объектов и условий среды, то недостающая информация об объекте управления получается автоматически в процессе работы системы на основе текущих измерений. Можно ли проектируя такие системы ограничиться методами линейной теории?
9. В ряде так называемых экстремальных систем в процессе их работы должно обеспечиваться минимальное (либо максимальное) значение функционала качества, зависящего от значений процессов в системе. Поскольку должна быть обеспечена автоматическая настройка на экстремум данного функционала, можно ли найти решение поставленной задачи методами теории линейных систем?
10. В настоящее время широкое распространение находят цифровые системы управления, в которых, строго говоря, осуществляется квантование сигнала как по времени, так и по уровню. Можно ли исследовать такие системы в классе линейных систем?
11. Фракталы Мандельброта и Жюлиа
12. Системы итерированных функции
13. Топология и фрактальная размерность
14. Размерность береговой линии, размерность геометрических фракталов
15. Формула Хаусдорфа-Базекевича

### Итоговый тест

1. Что понимают под динамической системой:
  - а) систему, где задан закон, который описывает изменения начального состояния с течением времени
  - б) систему, где любой объект, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин в данный момент времени
  - в) верно а) и б)
  - г) все ответы неверны
2. Гамильтониан характеризует:

- а) динамическую природу системы
  - б) физическую природу системы
  - в) биологическую природу системы
  - г) все ответы верны
3. Значение параметра явления бифуркации это:
- а) линия бифуркации
  - б) точка бифуркации
  - в) уравнение бифуркации
  - г) все ответы неверны
4. Одной из предпосылок формирования общей теории систем явилось:
- а) возможность сведения частей в целое
  - б) многокачественность, многомерность, разнородность и разнопорядковость реальной действительности
  - в) возможность разделения целого на части
  - г) наличие отдельных вещей в окружающем мире
5. К нисходящей ветви развития систем относятся этапы:
- а) возникновения и распада
  - б) становления
  - в) расцвета
  - г) стагнации и распада
6. Смысл структурализма состоит в изучении:
- а) внутреннего строения и связей между компонентами системы
  - б) функций структурных компонентов системы
  - в) внутреннего строения систем и ее функционировании
  - г) связей и зависимостей между компонентами системы
7. Полиморфизм системных образований обнаруживает себя через:
- а) постоянное сохранение структуры системы
  - б) изменения структуры системы под воздействием внешней среды
  - в) постоянное сохранение структуры системы, несмотря на сильные внешние возмущения
  - г) изменение структуры системы под воздействием внутренних процессов
8. При применении принципа многоуровневости на первом уровне описываются:
- а) внутренние качества и свойства системы
  - б) качества, которые выделяют данную систему среди других
  - в) внутренние источники развития системы
  - г) свойства исследуемой системы как части более сложной системы
9. Основные признаки системности (указать лишний) :
- а) автономность
  - б) интегративность
  - в) целостность
  - г) ограниченность
10. Первой фазой проектирования систем является :
- а) оценка
  - б) формирование стратегии или планирования
  - в) реализация
  - г) поиск и разработка вариантов
11. Выходным элементом системы называется результат:
- а) внутреннего функционирования системы
  - б) взаимодействия внутренних структур систем
  - в) воздействия внешних факторов на систему
  - г) преобразования в системе
12. При применении принципа многоуровневости на втором уровне описываются:
- а) качества системы, которые выделяют ее среди других

- б) свойства исследуемой системы как части более сложной системы
- в) внутренние источники развития системы
- г) внутренние качества системы

13. Общество образуют:

- а) только разнородные типы компонентов
- б) только однородные типы компонентов
- в) в основном однопорядковые типы компонентов
- г) разнородные и разнорядковые типы компонентов

14. В каком приборе нарушается условие трансверсальности пересечения устойчивых и неустойчивых многообразий седловых циклов на счетном множестве значений параметров:

- а) аттрактор Герона
- б) аттрактор Ксеона
- в) аттрактор Хенона
- г) все ответы неверны

15. Синхронизация автоколебательных систем является:

- а) одним из механизмов самоорганизации
- б) одним из разделов физики
- в) одним из разделов динамики
- г) одним из разделов математики

16. Задача. Конденсатор с нелинейной характеристикой  $q = CU + aU^2$  замкнут на резистор с сопротивлением  $R$ . Получите зависимость напряжения на конденсаторе от времени, если его начальное значение равно  $U_0$ . Оцените характерное время  $\tau$ , в течение которого существенны нелинейные эффекты. Найдите закон изменения напряжения на линейной стадии процесса разряда конденсатора

### **6.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:**

- Список методических указаний, используемых в образовательном процессе, представлен в п. 7.2

Оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная и дополнительная учебная литература**

#### **а) Основная литература**

1 Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]: учебник / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. :Юнити-Дана, 2015.-319 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115169>.

2. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика : учебник для вузов / В.О. Самойлов. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : СпецЛит, 2013. – 604 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912>.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Биофизика [Текст] : учебник для студ. вуз / А.М. Черныш, В.И. Пасечник, С.А. Вознесенский, Е.К. Козлова; Под ред. В.Ф. Антонова. – М. :ВЛАДОС, 2000. – 288 с.

2. Садохин, А.П. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Садохин. – 2-е изд., перераб. И доп. – М. :Юнити-Дана, 2015. -447 с. // Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115397>

3. Арнольд, В.И. Теория катастроф [Текст] / В.И. Арнольд. – 4-е изд., стер. – М. :Едиториал УРСС, 2004. – 128 с.

4. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст] : учебник для студ. мед. спец. вуз. / А.Н. Ремизов. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 1999. – 616 с.



## 7.2 Перечень методических указаний

1. Методы нелинейной динамики [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и выполнению практических занятий для аспирантов направления подготовки 09.06.01 и 12.06.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Филист. – Электрон. текстовые дан. (990 КБ). – Курск, 2018. – 44 с.
2. Методы нелинейной динамики [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы для аспирантов направления подготовки 09.06.01 и 12.06.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Филист. – Электрон. текстовые дан. (923 КБ). – Курск, 2018. – 38 с.

## 7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://www.physionet.org/> - Физиологические сигналы
2. <http://www.lib.swsu.ru/> - Электронная библиотека ЮЗГУ
3. <http://www.biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. <http://matlab.ru/education/> - MathWork MATLAB
5. <http://wordexpert.ru> – Word Expert профессиональная работа с текстом
6. <http://www.pcweek.ru> – PCWEEK live – корпоративные информационные технологии и решения

## 7.4 Перечень информационных технологий

Пакет офисных приложений – Microsoft Office 2016. Лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. С ООО «СМСКанал»

Операционная система Windows – Windows 7. Договор IT000012385

Операционная система Windows – LibreOffice. Лицензия свободного программного обеспечения GNU Lesser General Public Licence (LGPL) [ru.libreoffice.org/download/](http://ru.libreoffice.org/download/)

Антивирус Касперского – Kaspersky Endpoint Security Russian Editon лицензия 156А-160809-093725-387-506 (или ESET NOD, сублицензионный договор №Вж-ПО\_119356)

Программное обеспечение с открытым исходным кодом для численного расчета – SciLab. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL)

<https://www.scilab.org/>

Научный язык программирования – GNU Octave. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL).

<https://www.gnu.org/software/octave/>

Научный анализ данных и визуализация – SciDaVis. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL).

<https://sourceforge.net/projects/scidavis/>

Анализ и визуализация научных данных – QtiPlot. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL). Демонстрационная версия. <http://www.qtiplot.com/download.html>

Статистический анализ данных – PSPP. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL) <https://www.gnu.org/software/pspp/get.html>

Математическое программное обеспечение – PTC Mathcad Express. Freeware – бесплатное программное обеспечение. <https://www.ptc.com/en/products/mathcad/comparison-chart>

Программа для вычисления математических выражений и построения графиков функций – Smath Studio. Freeware – бесплатное программное обеспечение. <https://ru.smath.info>

Графическая программа с открытым исходных кодом для статистического анализа – Jasp. Лицензия свободного программного обеспечения GNU Affero General Public License. <https://jasp-stats.org/download/>

Программа для статистической обработки данных – STADIA 8.0. Бесплатная учебная версия. <http://protein.bio.msu.ru/~akula/Podr2~1.htm>

### 7.5 Другие учебно-методические материалы

1. Библиотечная подписка на журнал: Искусственный интеллект и принятие решений.
2. Библиотечная подписка на журнал: Информационные технологии.
3. Библиотечная подписка на журнал: Известия Юго-Западного государственного университета: - Технические науки,
4. Библиотечная подписка на журнал: «Медицинская техника».
5. Библиотечная подписка на журнал: «Биомедицинская радиоэлектроника»
- Библиотечная подписка на журнал: «Биотехносфера»
7. Библиотечная подписка на журнал: «Информационно-измерительные и управляющие системы»
8. Принятие решений с помощью методов анализа иерархий и аналитических сетей [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы оптимизации и принятия решений» для обучающихся по направлению подготовки магистров 221700.68 «Стандартизация и метрология» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра управления качеством, метрологии и сертификации ; ЮЗГУ ; сост. А. Г. Ивахненко. - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 41 с.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аспирантам в ходе самостоятельной работы предоставлена возможность использования компьютерного и лабораторного оборудования кафедры и научных подразделений Юго-Западного государственного университета.

Стандартно оборудованные лекционные аудитории. Для проведения отдельных занятий (по заявке) - выделение компьютерного класса, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, др. оборудование.

Для проведения практических занятий рабочие места аспирантов оснащены:

1. ПЭВМ тип 1 (AsusP5G41T-M LE/DDR3 2048Mb/Coree 2 Duo E7500/SATA-11 500Gb Hitachi /DVD+/-RW/ATX 450W inwin/ Монитор TFT Wide 20")
2. ПЭВМ согласно техпаспорту N002434 (12480).
3. Мультимедиа центр ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+.
4. Автоматизированная система для обработки и классификации сложноструктурированных изображений
5. Комплекс компьютерный многофункциональный для исследования ЭЭГ и ВП «Нейрон-Спектр-4/П» с программой и оборудованием «Поли-Спектр-Ритм/ЭЭГ».
6. Велоэргометр Oxygen CARDIO CONCEPT IV HRC+
7. Комплекс реографический 6-канальный «Рео-Спектр-3 (комплектация Рео-Спектр-3/Р)»
8. Автоматизированный комплекс для биоимпедансных исследований

**9 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменен ных	заменен ных	аннулиро ванных	новых			