

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
математического моделирования



М.Ш. Бурлуцкая

16.04.2024г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.09 Динамическая теория информации**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.03.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** Очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Кафедра математического моделирования
- 6. Составитель программы:** Гудович Ирина Семеновна, к.ф.-м.н., ст.н.с.
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом математического факультета, протокол № 0500-03 от 28.03.2024
- 8. Учебный год:** 2027/2028                      **Семестр:** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

### Цели освоения учебной дисциплины:

- формирование у студентов знаний в области фундаментальной информатики и биоинформатики, а именно – той их части, которая рассматривает динамику информационных процессов в биологии и социально-экономических структурах.

### Задачи учебной дисциплины:

- освоение идей и методов исследования эволюционных процессов, возникающих в результате конкурентного взаимодействия систем с разной условной информацией;
- знакомство с математическими моделями возникновения единого генетического кода в биосфере, процесса мышления, биологической асимметрии, взаимодействия идеологий и валют;
- знакомство с основными понятиями и методами теории распознавания образов и теории нейросетей.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина «Динамическая теория информации» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Теоретической и практической основой для освоения учебной дисциплины «Динамическая теория информации» являются знания, умения и навыки студентов, приобретенные в результате изучения материала следующих курсов: «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей», «Численные методы», «Математическое моделирование».

Учебная дисциплина «Динамическая теория информации» является предшествующей для дисциплин: «Стохастическая финансовая математика», «Задачи теории устойчивости», «Компьютерные системы для задач технических вычислений».

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен разрабатывать математические модели и проводить вычислительные эксперименты при решении инженерных и экономических задач	ПК-2.1	Знает современные методы разработки и реализации математических моделей	<b>Знать:</b> современные методы разработки и реализации математических моделей;
		ПК-2.2	Проверяет адекватность математических моделей исследуемым инженерным и экономическим задачам	<b>Уметь:</b> проверять адекватность математических моделей исследуемым инженерным и экономическим задачам;
		ПК-2.3	Проводит анализ результатов применения математических моделей и вычислительных экспериментов, реализованных в процессе решения инженерных и экономических задач	<b>Владеть:</b> навыками анализа результатов применения математических моделей и вычислительных экспериментов, реализованных в процессе решения инженерных и экономических задач.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.** (в соответствии с учебным планом) —

4 ЗЕТ / 144 часа.

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен) экзамен

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			7 семестр	№ семестра
Контактная работа		<b>50</b>	<b>50</b>	
в том числе:	лекции	16	16	
	практические			
	лабораторные	34	34	
Самостоятельная работа		<b>58</b>	<b>58</b>	
в том числе: курсовая работа (проект)		-		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		<b>36</b>	<b>36</b>	
Итого:		<b>144</b>	<b>144</b>	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Основные понятия динамической теории информации	1. Информация и информатика. Количество информации. 2. Ценность информации. Рецепция и генерация информации. 3. Иерархия информационных уровней.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
1.2	Математические модели генерации ценной информации	1. Перемешивающий слой и его свойства. 2. Информационные системы. 3. Проблема целеполагания. 4. Эволюция ценности информации.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
1.3	Информационные процессы в биологии	1. Проблема возникновения жизни. 2. Возникновение биологической асимметрии. 3. Генетический код. Проблема существования единого генетического кода. 4. Математические модели эволюции условной информации. 5. Борьба условных информационных.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
1.4	Информационные аспекты процессов развития организма	1. Принципы онтогенеза. 2. Математические модели онтогенеза. 3. Математическая модель коллективного поведения. 4. Управляющие параметры.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
1.5	Обработка информации в нейросетях и проблемы мышления.	1. Основные свойства процесса мышления. 2. Экскурс в теорию распознавания образов. 3. Экскурс в теорию нейросетей. 4. Мышление и распознавание образа.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
1.6	Информационная сущность денег	1. Особенности денег как информации. 2. Взаимодействие валют. 3. Базовая модель динамики денежных масс. 4. Модели динамики «финансовых пузырей». 5. Модель взаимодействия валют.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Информационные процессы в биологии	1. Знакомство с ресурсами Виртуальной лаборатории сложных систем. 2. Анализ динамических моделей. 3. Знакомство со спецификой моделей живых систем. 4. Модели взаимодействия видов.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>

		5. Анализ модели существование единого генетического кода в биосфере. 7. Анализ модели биологической асимметрии в природе.	
2.2	Информационные аспекты процессов развития организма	1. Знакомство с моделями пространственно-временной самоорганизации систем. 2. Анализ моделей молекулярной динамики. 3. Анализ модели подвижности ДНК при изменении управляющих параметров.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
2.3	Обработка информации в нейросетях и проблемы мышления.	1. Моделирование познавательной деятельности. 2. Создание презентации на тему: «Теория распознавания образов, нейрокомпьютинг и проблемы мышления».	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>
2.4	Информационная сущность денег	1. Знакомство с информационной сущностью денег. 2. Анализ принципов построения моделей взаимодействия систем с условной информацией. 3. Написание и отладка модели взаимодействия валют. 4. Исследование модели взаимодействия валют.	Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Основные понятия динамической теории информации	2	-	0	4	6
2	Математические модели генерации ценной информации	1	-	0	8	9
3	Информационные процессы в биологии	5	-	18	16	39
4	Информационные аспекты процессов развития организма	2	-	8	8	18
5	Обработка информации в нейросетях и проблемы мышления.	4	-	4	14	22
6	Информационная сущность денег	2	-	4	8	14
	Итого:	16	-	34	58	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий и активную работу на них, но и самостоятельную учебную деятельность, на которую отводится 58 часов.

Самостоятельная учебная работа студентов по дисциплине «Динамическая теория информации» предполагает предварительное ознакомление с теоретическим материалом, необходимым для выполнения заданий лабораторных работ, предварительное знакомство с функционированием виртуальных лабораторий, которые используются при анализе поведения информационных систем в лабораторных заданиях, а также подготовка к промежуточной аттестации - экзамену.

Обучающимся следует учесть, что качественное выполнение лабораторных работ подразумевает подробное описание всех выполняемых этапов: вычислений (если они требуются), экспериментирований с объектами виртуальных лабораторий при изменении управляющих параметров анализируемых систем, графических реализаций фазовых портретов.

Центральными вопросами курса являются проблема происхождения жизни, сущность которой – возникновение единого генетического кода в биосфере, то есть генерация новой ценной условной информации, а также проблема возникновения мышления и знакомство с современными моделями интуитивного мышления, имеющими свое отражение в теории распознавания образов и нейрокомпьютинге. Поэтому следует обратить особое внимание на анализ модели конкуренции систем, являющихся носителями разных условных информаций и на общие принципы функционирования простейших нейропроцессоров.

Вопросы лекционных и лабораторных занятий обсуждаются на занятиях в виде устного опроса – индивидуального и фронтального. При подготовке к лекционным и лабораторным занятиям обучающимся важно помнить, что их задача, отвечая на основные вопросы плана занятия и дополнительные вопросы преподавателя, показать свои знания и кругозор, умение логически построить ответ, владение математическим аппаратом и иные коммуникативные навыки, умение отстаивать свою профессиональную позицию. В ходе устного опроса выявляются детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными студентами в ходе учебных занятий. Тем самым опрос выполняет важнейшие обучающую, развивающую и корректирующую функции, позволяет студентам учесть недоработки и избежать их при подготовке к промежуточным аттестациям.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания (выполнение контрольных и лабораторных работ) подлежат последующей проверке преподавателем. Результаты текущих аттестаций учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации.

В процессе работы будут использованы методы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии с использованием портала «Электронный университет ВГУ» – Moodle: [URL:http://www.edu.vsu.ru/](http://www.edu.vsu.ru/), а именно электронный курс «Динамическая теория информации»: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739>, материалы которого, в том числе, используются для самостоятельной работы студентов. Все выполняемые задания студенты выкладывают в личных кабинетах в этом электронном курсе для последующей проверки преподавателем.

**15.Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видовисточников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) / В.М. Вержбицкий. – Москва : Директ-Медиа, 2021. – 400с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. –URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
2	Буре В.М. Теория вероятностей и математическая статистика / В.М. Буре, Е.М. Парилина. – Москва : Лань, 2013. // Издательство «Лань» : Электронно-библиотечная система. – URL: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Гудович И.С. Избранные разделы курса «Динамическая теория информации» / И.С. Гудович // Учебное пособие. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – Часть 1. – 49 с.
4	Гудович И.С. Избранные разделы курса «Динамическая теория информации» / И.С. Гудович // Учебное пособие. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. – Часть 2. – 32 с.
5	Чернавский Д.С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики / Д.С. Чернавский // Успехи физических наук, 2000. – Т. 170, №2. – С. 157-183.

6	Чернавский Д.С. Синергетика и информация : Динамическая теория информации / Д.С. Чернавский. – М. :едиториал УРСС, 2004. – 287 с.
7	Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии / Г.Ю. Ризниченко. – М.-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 560 с.
8	Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование : учеб. пособие для студентов естественно-математических специальностей / Ю.Ю. Тарасевич. –М. :Эдиториал УРСС, 2001. –. 144 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
9	ЭБС Издательства «Лань». –URL : <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
10	ЭБС Университетская библиотека. – URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
11	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – URL : <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> .
12	Виртуальная лаборатория курса «Математическое моделирование» / Г.Ю. Ризниченко – Открытое образование. – Режим доступа: <a href="http://mathbio.ru/seminar/lab">http://mathbio.ru/seminar/lab</a>
13	Электронный курс «Динамическая теория информации» – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a> (портал «Электронный университет ВГУ». –Moodle:URL: <a href="http://www.edu.vsu.ru/">http://www.edu.vsu.ru/</a> ).

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Гудович И.С. Избранные разделы курса «Динамическая теория информации» / И.С. Гудович // Учебное пособие. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – Часть 1. – 49 с.
2	Гудович И.С. Избранные разделы курса «Динамическая теория информации» / И.С. Гудович // Учебное пособие. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. – Часть 2. – 32 с.
3	Виртуальная лаборатория курса «Биоинформатика и математическое моделирование» – URL : <a href="http://mathbio.ru/seminar/lab">http://mathbio.ru/seminar/lab</a>
4	Плюснина Т.Ю. Математические модели в биологии : учебное пособие / Т.Ю. Плюснина, П.В. Фурсова, Л.Д. Терлова, Г.Ю. Ризниченко. – Москва-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2014. – 136 с. –URL : <a href="http://mathbio.ru/seminar/lab">http://mathbio.ru/seminar/lab</a>
5	Электронный курс «Динамическая теория информации» – URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739</a> (портал «Электронный университет ВГУ». – Moodle:URL: <a href="http://www.edu.vsu.ru/">http://www.edu.vsu.ru/</a> ).

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы**

При выполнении лабораторных и самостоятельных работ используются возможности электронной Виртуальной лаборатории курса «Биоинформатика и математическое моделирование» (МГУ, руководитель проекта проф. Г.Ю. Ризниченко), а также Виртуальная лаборатория сложных систем(Астраханский государственный университет, руководитель проекта проф. Ю.Ю. Тарасевич) для наглядного численного экспериментирования с исследуемыми системами дифференциальных уравнений при изменении управляющих параметров. Текущая аттестация предполагает отчеты по лабораторным работам.

Будут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в части освоения материала лекционных и лабораторных занятий,

самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины, прохождения текущей и промежуточной аттестации. С этой целью для курса «Динамическая теория информации» на сайте «Электронный университет ВГУ» создан одноименный электронный курс: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11739> на базе платформы Moodle: URL:<http://www.edu.vsu.ru/>, который может использоваться и для самостоятельной работы студентов, и для целей дистанционного образования.

Для реализации учебной дисциплины могут быть использованы следующие информационные технологии, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы:

Программный комплекс KasperskyEndpointSecurity для бизнеса – Стандартный RussianEdition. 10-14 Node 1 year Educational License. Договор № 3010-07/69-20 от 16.11.2020, до ноября 2021 года.

Программный комплекс Office Professional Plus 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Договор № 3010-07/69-20 от 16.11.2020, бессрочная лицензия.

ПО Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Договор № 3010-07/69-20 от 16.11.2020, бессрочная лицензия.

Лицензия на право использования СКЗИ КриптоПро CSP версии 5.0 на одном рабочем месте. Договор № 3010-07/69-20 от 16.11.2020, бессрочная лицензия.

Программно-аппаратный комплекс Соболев. Версия 4, PCIe, сертификат ФСТЭК России за 1-50 лицензий. Договор № 3010-07/69-20 от 16.11.2020, бессрочная лицензия.

Права на программы для ЭВМ МойОфис Частное Облако. Лицензия Корпоративная на пользователя для образовательных организаций. Договор № 3010-15/972-18 от 08.11.2018, без ограничения срока действия.

#### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации; специализированная мебель.

#### **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Основные понятия динамической теории информации	ПК-2	ПК-2.1	Отчет по лабораторной работе №1
2.	Математические модели генерации ценной информации	ПК-2	ПК-2.2 ПК-2.3	Отчет по лабораторной работе №1
3.	Информационные процессы в биологии	ПК-2	ПК-2.1	Отчет по лабораторным работам №2, 4
4.	Информационные аспекты процессов развития организма	ПК-2	ПК-2.1	Отчет по лабораторной работе №3
5.	Обработка информации в нейросетях и проблемы мышления.	ПК-2	ПК-2.2	Отчет по лабораторным работам №5, 6
6.	Информационная сущность денег	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Отчет по лабораторным работам №5, 6



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен			Перечень вопросов <b>экзамена</b>

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью проверки отчетов о выполнении лабораторных работ и дополнительных устных вопросов по теме лабораторной работы.

#### Задания лабораторных работ

1. Проследить эволюцию заданных начальных конфигураций в игре «Жизнь». Какие из конфигураций являются периодическими, не жизнеспособными (вымирают за конечное число шагов)? Создать (построить) собственные начальные конфигурации игры «Жизнь» с заданными свойствами (периодические, вымирающие, долгоживущие, генерирующие и т.д.).
2. Проанализировать эволюционные процессы, описываемые моделью Ферхюльста (логистическим уравнением) найти все возможные решения, построить графики при заданных начальных условиях, найти стационарные состояния, нарисовать фазовые портреты, выявить зависимость от основных параметров. Использовать метод компьютерного моделирования.
3. Для математической модели, реализующей возможный сценарий формирования единого генетического кода в биосфере, построить фазовый портрет эволюции системы при заданных параметрах. Проверить полученный результат методом компьютерного моделирования с использованием Виртуальной лаборатории.
4. Базовые математические модели нелинейной динамики: методом компьютерного моделирования найти диапазоны параметров среды, в которых не образуется аттрактор Лоренца, аттрактор Ресслера, не возникает стационарная структура, при которой чередуются максимумы двух разных веществ.
5. Провести компьютерное исследование базовой модели динамики денежных масс (устойчивость и неустойчивость стационарных состояний, асимптотическое поведение, фазовый портрет). Для анализа можно воспользоваться моделями Виртуальной лаборатории сложных систем.
6. Средствами компьютерного моделирования проанализировать модель взаимодействия валют (фазовый портрет, изоклины, сепаратриса, наличие устойчивых и неустойчивых стационарных состояний). На основе двумерной модели взаимодействия валют убедиться в том, что симметричное состояние (наличие одинакового количества валют) является не устойчивым.

Для оценки результатов выполнения лабораторных работ используются следующие **показатели**:

- 1) знание учебного материала, в том числе принципов и методов математического моделирования;
- 2) знание роли теории информации в анализе процессов развития сложных систем; знание основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией.



- 3) умение связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований;
- 4) умение применять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем с условной информацией к объектам социально-экономической и гуманитарной области;
- 5) умение излагать материал четко, последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы;
- 6) владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем;

Для оценивания результатов лабораторных работ используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	уровень сформированности компетенций	шкала оценок
При выполнении лабораторной работы студент продемонстрировал в полной мере: знание учебного материала, в том числе принципов и методов математического моделирования; знание роли теории информации в анализе процессов развития сложных систем; знание основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией; умение связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований; умение применять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем с условной информацией к объектам социально-экономической и гуманитарной области; умение излагать материал четко, последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы; владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем.	Повышенный уровень	Зачтено
При выполнении лабораторной работы студент сделал одну ошибку или продемонстрировал несоответствие в своей работе одному из перечисленных выше показателей, но правильно ответил на дополнительный вопрос. Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей (либо двум к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу контрольно-измерительного материала) и правильные ответы на два дополнительных вопроса в пределах программы.	Базовый уровень	Зачтено
Несоответствие фрагментов, фактов и выводов лабораторной работы любым двум из перечисленных показателей и неправильный ответ на дополнительный вопрос по теме лабораторной работы или несоответствие некоторых результатов работы любым трем из перечисленных показателей (а также в трех различных комбинациях по отношению к показателям и дополнительным вопросам).	Пороговый уровень	Зачтено
Несоответствие результатов лабораторной работы любым четырем из перечисленных показателей или дополнительным вопросам (в различных комбинациях по отношению к показателям и дополнительным вопросам).	–	Не зачтено

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контроль

Оценки результатов обучения по дисциплине осуществляется в форме собеседования по экзаменационным билетам. В билет включаются два теоретических вопроса.

№	Вопросы к промежуточной аттестации (экзамену)
1	Информация и информатика. Количество информации.
2	Ценность информации. Рецепция и генерация информации.
3	Иерархия информационных уровней.
4	Перемешивающий слой и его свойства.
5	Информационные системы.
6	Проблема целеполагания.
7	Эволюция ценности информации
8	Проблема возникновения жизни.
9	Возникновение биологической асимметрии.
10	Генетический код. Проблема существования единого генетического кода.
11	Математические модели эволюции условной информации.
12	Борьба условных информационных.
13	Принципы онтогенеза.
14	Математические модели онтогенеза.
15	Математическая модель коллективного поведения.
16	Основные свойства процесса мышления.
17	Основные положения теории распознавания образов.
18	Нейрофизиология и теория нейросетей.
19	Мышление и распознавание образа.
20	Особенности денег как информации.
21	Взаимодействие валют.
22	Базовая модель динамики денежных масс
23	Модели динамики «финансовых пузырей».
24	Модель взаимодействия валют.
25	Специфика моделей живых систем.
26	Нейропроцессор Хопфильда
27	Интуитивное мышление и творчество.
28	Естественные языки как условная информация.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие **показатели:**

1) знание учебного материала и категориального аппарата (верное и четкое изложение идей, понятий, подходов и методов);

2) знание основных направлений, проблем и методологии исследования сложных нелинейных открытых систем и их эволюции, роли теории информации в анализе процессов развития живых систем; знание основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией.

3) умение связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований;

4) умение применять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем носителей условной информации к объектам социально-экономической и гуманитарной области;

5) умение излагать материал в процессе ответа логически последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы;

6) владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем;

7) владение информационными методами исследования конкурирующих систем с условной информацией.

Для оценки результатов обучения на экзамене используется **шкала:** «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным показателям по каждому из вопросов контрольно-измерительного материала: продемонстрировано знание учебного материала и категориального аппарата (верное и четкое изложение идей, понятий, подходов и методов); знание основных направлений, проблем и методологии исследования сложных нелинейных открытых систем и их эволюции, роли теории информации в анализе процессов развития живых систем; знание основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией; умение связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований; умение применять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем носителей условной информации к объектам социально-экономической и гуманитарной области; умение излагать материал в процессе ответа логически последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы; владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем; владение информационными методами исследования конкурирующих систем с условной информацией.</p>	Повышенный уровень	Отлично
<p>Несоответствие ответа обучающегося одному из перечисленных выше показателей (к одному из вопросов контрольно-измерительного материала) и правильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы. ИЛИ Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей (либо двум к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу контрольно-измерительного материала) и правильные ответы на два дополнительных вопроса в пределах программы.</p> <p>В ответе на основные вопросы контрольно-измерительного материала содержатся отдельные пробелы в знаниях учебного материала и категориального аппарата; знаниях основных направлений, проблем и методологии исследования сложных нелинейных открытых систем и их эволюции, роли теории информации в анализе процессов развития живых систем; знаниях основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией; умении связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований; умении применять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем носителей условной информации к объектам социально-экономической и гуманитарной области; умении излагать материал в процессе ответа логически последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы; во владении навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем; владении информационными методами исследования конкурирующих систем с условной информацией.</p>	Базовый уровень	Хорошо

<p>Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы. ИЛИ</p> <p>Несоответствие ответа обучающегося любым трем из перечисленных показателей (в различных комбинациях по отношению к вопросам контрольно-измерительного материала).</p> <p>В ответе на основные вопросы контрольно-измерительного материала содержатся частичные знания учебного материала и категориального аппарата (верное и четкое изложение идей, понятий, подходов и методов);знания основных направлений, проблем и методологии исследования сложных нелинейных открытых систем и их эволюции, роли теории информации в анализе процессов развития живых систем; знания основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией; умения связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований;уменияприменять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем носителей условной информации к объектам социально-экономической и гуманитарной области; умения излагать материал в процессе ответа логически последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы;владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем;владение информационными методами исследования конкурирующих систем с условной информацией.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>Несоответствие ответа обучающегося любым четырем из перечисленных показателей (в различных комбинациях по отношению к вопросам контрольно-измерительного материала).</p> <p>В ответе на основные вопросы контрольно-измерительного материала содержатся отрывочные знания учебного материала и категориального аппарата; знания основных направлений, проблем и методологии исследования сложных нелинейных открытых систем и их эволюции, роли теории информации в анализе процессов развития живых систем; знания основных закономерностей развития конкурирующих систем с условной информацией; умения связывать теоретические положения с областями их практического применения; иллюстрировать ответ примерами, фактами и данными научных исследований;уменияприменять знания о закономерностях эволюции конкурирующих систем носителей условной информации к объектам социально-экономической и гуманитарной области; умения излагать материал в процессе ответа логически последовательно, профессионально грамотно, делать полные и обоснованные выводы;владение навыками применения методов математического и компьютерного моделирования при решении задач эволюции сложных нелинейных открытых систем;владение информационными методами исследования конкурирующих систем с условной информацией.</p>	<p>–</p>	<p>Неудовлетворительно</p>

### Форма контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой математического  
моделирования

\_\_\_\_\_ М.Ш. Бурлуцкая

Направление подготовки: 01.03.04 Прикладная математика

Дисциплина: Динамическая теория информации

Курс: 4

Форма обучения: очная

Вид аттестации: промежуточная

Вид контроля: экзамен

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Проблема существования единого генетического кода в биосфере.
2. Основные положения теории распознавания образов.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Гудович И.С.

### 20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

#### Перечень заданий для оценки сформированности компетенции:

1. Кому принадлежит следующее высказывание? «Наш мир – это не молчаливый и однообразный мир часового механизма, покинутый старыми домовыми...Мы живем в открытом, технологическом и творческом мире, который вновь обретает имевшееся в эпоху античности очарование: тайны автономии, разнообразия, необратимости...Теперь мы знаем, что природа обладает внутренней сложностью. Поэтому мы должны исследовать границы предсказуемости как для коротких, так и для продолжительных пространственно-временных промежутков».

- а) А. Гумбольдт;
- б) И. Пригожин;           прав.
- в) Д. Менделеев.

2. Какой важный принцип порождает основное отличие линейных моделей от нелинейных?

- а) принцип суперпозиции;           прав.
- б) принцип дополнительности;
- в) принцип неопределенности.

3. Какие фундаментальные физические законы позволяют эффективно исследовать замкнутые системы?

- а) законы действующих масс;
- б) законы сохранения, второе начало термодинамики;   прав.
- в) законы Ньютона.

4. Какие важные выводы с точки зрения эволюции сложных нелинейных систем влечет за собой факт существования точек бифуркации?

- а) неустойчивость и зависимость от начального состояния;
- б) забывание начального состояния;
- в) не единственность путей развития сложных систем.   прав.

5. Перечислите основные свойства сложных систем.

- а) взаимозависимость и взаимовлияние отдельных частей системы;
- б) нелинейность, открытость, диссипативность;   прав.
- в) результат внешнего воздействия на систему пропорционален силе воздействия.

6. Какая междисциплинарная область знаний претендует сегодня на роль теоретической основы естествознания сложного?

- а) кибернетика;
- б) синергетика; прав.
- в) экология.

7. Почему математическое моделирование можно назвать натурфилософией компьютерной эры?

- а) математика дает разнообразные методы исследования реальности;
- б) математическое моделирование формирует новую парадигму исследования реальности и трансдисциплинарный язык;   прав.
- в) математическое и компьютерное моделирование проникает в различные области знания и дает значительные преимущества в прогнозировании.

8. Какие фундаментальные ограничения на возможности человеческого познания дает анализ явления динамического хаоса?

- а) невозможность создания вечного двигателя;
- б) невозможность одновременного измерения положения частицы и ее импульса;
- в) невозможность длительных прогнозов в случае наблюдения сложных явлений в нелинейных открытых системах и средах.   прав.

9. Назовите людей, которых мы считаем основоположниками синергетики.

- а) Н. Бор, А. Эйнштейн;
- б) Г. Хакен, И. Пригожин;   прав.
- в) Д. Менделеев, В. Вернадский.

10. Информация по Г. Кастлеру это:

- а) знания, переданные кем-то другим или приобретенные путем собственного исследования или изучения;
- б) план строения клетки и, следовательно, всего организма;
- в) запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных. прав.

11. Понятие «количество информации» введено:

- а) К. Шенноном;   прав.
- б) Г. Кастлером;
- в) И. Пригожиным.

12. Формула ценности информации (V) по М.М. Бонгарту и А.А. Харкевичу имеет вид:

а)  $V = \log_2 n$

$$V = \log_2 \frac{P^{fn}}{P^{in}}$$

- б)   прав.

в)  $V = \sum_{i=1}^n P_i |\log_2 P_i|, \quad i = 1, 2, \dots, n$

13. В фундаментальном аспекте фундаментальная информатика включает в себя:

- а) вопросы передачи, получения, кодирования, обработки, защиты информации;

- б) использования программного обеспечения и компьютерной техники;
- в) проблемы возникновения (генерации) ценной информации, рецепции информации, эволюции ценной информации, извлечение ценной информации (обработка информации); прав.

14. Чем перемешивающий слой отличается от аттрактора?

- а) все фазовые траектории, попавшие в перемешивающий слой, выходят из него и попадают в динамический мультистационарный слой, в котором существует, по крайней мере, два устойчивых стационарных состояния; прав.
- б) все траектории, выходящие из заданной области начальных данных, попадают в перемешивающих слой;
- в) внутри перемешивающего слоя поведение траектории хаотично, система не устойчива.

15. В чем состоит рассмотренная нами в курсе проблема возникновения жизни?

- а) как в процессе эволюции Земли мог возникнуть единый генетический код в биосфере (ценная информация); прав.
- б) как возник живой мир из неживого;
- в) какова роль генетической информации в развитии человека.

16. Сколько генетических кодов теоретически могло бы существовать на Земле?

- а) 1020
- б) 4010
- в) 20! прав.

17. Какой тип взаимодействия элементов систем предполагает математическая модель возникновения единого генетического кода?

- а) конкуренция;
- б) антагонистическая конкуренция; прав.
- в) синергия (совместное развитие)

18. В математической модели возникновения единого генетического кода в биосфере Земли побеждает

- а) «наилучшая» в традиционном дарвиновском смысле популяция;
- б) популяция, имеющая некоторые благоприятные для развития параметры;
- в) популяция, которая в силу случая оказалась в ранний момент более многочисленной. прав.

19. Какая особенность фазового портрета процесса взаимодействия гиперциклов с разными генетическими кодами приводит нас к окончательному выводу, а именно, объясняет каким образом мог возникнуть единый генетический код в биосфере?

- а) наличие устойчивых узлов;
- б) симметричное состояние, при котором концентрации всех гиперциклов одинаковы, неустойчиво (седловая точка); прав.
- в) наличие неустойчивого узла.

20. Что мы называем «проблемой биологической асимметрии»?

- а) наличие в огромном большинстве случаев несимметричного расположения органов или их частей у живых организмов;
- б) различие в функциональных возможностях схожих органов живых организмов;
- в) наличие в большинстве органических молекул явления киральности (спиральности) и проблема возникновения киральности органических молекул при возникновении жизни из неживой природы, где существует «рацемическая смесь» (смесь молекул одного вещества любой киральности).



21. В озеро для разведения рыбы пустили мальков. Процесс развития из них взрослых особей и дальнейшего размножения может быть описан уравнением Ферхюльства

$$\frac{dx}{dt} = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right),$$

где  $x(t)$  - количество единиц мальков или рыбы в момент времени  $t$ ,  $r$  - константа собственной скорости роста этой популяции, а  $K$  - емкость экологической ниши популяции. Существует три варианта дальнейшего развития мальков и рыбы в озере. Они связаны с первоначальным количеством выпущенных мальков  $x_0$ . Наиболее интересным и практически эффективным является тот вариант развития, при котором

$$x_0 < \frac{K}{2}$$

количество мальков достаточно мало: . В этом случае развитие описывается логистической кривой, в которой скорость роста количества живых существ сначала возрастает с нуля до некоторого числа, а затем уменьшается до нуля. Требуется найти значение  $x(t)$ , при котором происходит переход от возрастания скорости роста к убыванию.

Решение. Нужно найти точку перегиба логистической кривой. Для этого следует вычислить вторую производную функции  $x(t)$ , то есть найти первую производную от правой части уравнения Ферхюльста и приравнять ее к нулю. Учтем, что первая производная у логистической функции при  $t > 0$  всегда положительная и  $r > 0$ . Ответ:

$$x(t) = \frac{K}{2}.$$

Триггерная система уравнений конкуренции двух видов имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1 - x_1x_2 - ax_1^2 \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_2 - x_1x_2 - ax_2^2 \end{aligned}$$

Она может описывать, в частности, конкурентную борьбу валют двух государств. Такая борьба в большом количестве случаев является антагонистической: одна валюта стремится вытеснить другую с общего денежного рынка. Представленная симметричная модель имеет в фазовом портрете четыре стационарных точки, в том числе два устойчивых узла, расположенных симметрично на осях  $x$  и  $y$ . Результатом исследования этой системы является утверждение о том, что одна из валют обязательно со временем вытеснит другую, а именно: останется та валюта, которой изначально было больше. Этот феномен имеет в своей основе тот факт, что симметричный вариант, когда количество разных валют одинаковое, является неустойчивым (седловая точка).

Требуется найти координаты седловой точки в фазовом портрете.

Решение. Правые части уравнений системы приравнять к нулю. Из возможных четырех решений найти координаты точки при условии  $x_1 = x_2$ . Точка  $x_1 = x_2 = (1 + a)^{-1}$  находится на биссектрисе соответствующего угла фазового портрета.

**Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:****I. Тестовые задания.****1) Задания закрытого типа (выбор одного варианта ответа, верно/неверно):**

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

**2) Задания закрытого типа (множественный выбор):**

- 2 балла – указаны все верные ответы;
- за каждый верный ответ ставится 1 балл, при этом за каждый неверный ответ вычитается 1 балл;
- 0 баллов — не выбрано ни одного верного ответа.

**3) Задания закрытого типа (на соответствие):**

- 2 балла – все соответствия определены верно;
- за каждое верное сопоставление ставится количество баллов, равное максимальному (2 балла), деленному на количество предлагаемых в вопросе сопоставлений;
- 0 баллов – ни одно сопоставление не выбрано верно.

**4) Задания открытого типа (короткий текст):**

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

**II. Расчетные задачи.****1) Задания открытого типа (число):**

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.