

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по УРиМД

Нариманова Г.Н.

«05» 03 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КИБЕРНЕТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Медицинская электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**

Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **3**

Семестр: **5**

Учебный план набора 2025 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| Виды учебной деятельности          | 5 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 28        | 28    | часов   |
| Практические занятия               | 16        | 16    | часов   |
| Лабораторные занятия               | 12        | 12    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 52        | 52    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 108       | 108   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 3         | 3     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 5       |

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Нариманова Г.Н.  
Должность: И.о. проректора по УРиМД  
Дата подписания: 05.03.2025  
Уникальный программный ключ:  
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83128

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Научить студентов организовывать и осуществлять реализацию прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в организме человека.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить способы математического описания физиологических систем с помощью алгебраических и дифференциальных уравнений.

2. Реализовать аналитическое и численное решение математических моделей физиологических процессов и явлений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |                                               |

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5. Способен разрабатывать, использовать и применять специализированное диагностическое и лечебное оборудование с учетом протекания физиологических и патологических процессов в организме человека | ПК-5.1. Знает принципы разработки современного специализированного диагностического и лечебного оборудования                                                                                                            | Знает компьютерные программные системы, базы данных для изучения динамики популяций, биохимических и биофизических процессов в организме                                          |
|                                                                                                                                                                                                       | ПК-5.2. Умеет использовать в разработке специализированного диагностического и лечебного оборудования данные о протекании физиологических и патологических процессов в организме человека                               | Умеет применять компьютерные программные системы, базы данных, современные информационные и коммуникационные технологии для автоматизации обработки медико-технологических данных |
|                                                                                                                                                                                                       | ПК-5.3. Владеет навыками разработки специализированного диагностического и лечебного оборудования с учетом требований государственных стандартов и влияния различных видов медицинской электроники на организм человека | Владеет навыками работы с компьютерными программными системами, базами данных для изучения динамики популяций, биохимических и биофизических процессов в организме                |

#### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                                                                             | Всего часов | Семестры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 5 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 56          | 56        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 28          | 28        |
| Практические занятия                                                                                                  | 16          | 16        |
| Лабораторные занятия                                                                                                  | 12          | 12        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 52          | 52        |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 22          | 22        |
| Подготовка к зачету с оценкой                                                                                         | 23          | 23        |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета                                                                    | 7           | 7         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 108         | 108       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 3           | 3         |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                            |              |               |           |              |                            |                         |
| 1 Общие вопросы кибернетики живых систем    | 8            | 10            | -         | 15           | 33                         | ПК-5                    |
| 2 Методы анализа биологических систем       | 10           | 4             | -         | 15           | 29                         | ПК-5                    |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | 10           | 2             | 12        | 22           | 46                         | ПК-5                    |
| Итого за семестр                            | 28           | 16            | 12        | 52           | 108                        |                         |
| Итого                                       | 28           | 16            | 12        | 52           | 108                        |                         |

**5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины**

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)         | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                            |                                                                  |                                      |                         |
| 1 Общие вопросы кибернетики живых систем    | История физиологической кибернетики                              | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Современные средства в математическом моделировании живых систем | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Динамические модели в биологии                                   | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Применение численных методов в кибернетике живых систем          | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 8                                    |                         |
| 2 Методы анализа биологических систем       | 1. Биосистемы первого порядка                                    | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Нелинейные биологические системы                                 | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Редукция систем дифференциальных уравнений                       | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Колебания в биологических системах                               | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Линейный анализ устойчивости траекторий                          | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 10                                   |                         |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | Синтез математических моделей на основе экспериментальных данных | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Регрессионные модели                                             | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Динамика популяций                                               | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Модели ферментативного катализа                                  | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Модели системы кровообращения                                    | 2                                    | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 10                                   |                         |
| Итого за семестр                            |                                                                  | 28                                   |                         |
| Итого                                       |                                                                  | 28                                   |                         |

**5.3. Практические занятия (семинары)**

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Наименование практических занятий (семинаров)                    | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                            |                                                                  |                 |                         |
| 1 Общие вопросы кибернетики живых систем    | Базовые функции, понятие моделей биосистем                       | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Матричные операции                                               | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Графическое представление результатов моделирования              | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Символьное вычисление                                            | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Программные методы моделирования биологических систем            | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 10              |                         |
| 2 Методы анализа биологических систем       | Модели, описываемые алгебраическими уравнениями                  | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Модели, описываемые дифференциальными уравнениями                | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 4               |                         |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | Визуальная среда для блочного моделирования биологических систем | 2               | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                            | 2               |                         |
| Итого за семестр                            |                                                                  | 16              |                         |
| Итого                                       |                                                                  | 16              |                         |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Наименование лабораторных работ                         | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                            |                                                         |                 |                         |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | Matlab в задачах вычислительной математики              | 4               | ПК-5                    |
|                                             | Пакет расширений Symbolic математического пакета Matlab | 4               | ПК-5                    |
|                                             | Визуальная среда Simulink пакета Matlab                 | 4               | ПК-5                    |
|                                             | Итого                                                   | 12              |                         |
| Итого за семестр                            |                                                         | 12              |                         |
| Итого                                       |                                                         | 12              |                         |

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля      |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>5 семестр</b>                            |                                                    |                 |                         |                     |
| 1 Общие вопросы кибернетики живых систем    | Подготовка к тестированию                          | 7               | ПК-5                    | Тестирование        |
|                                             | Подготовка к зачету с оценкой                      | 8               | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     |
|                                             | Итого                                              | 15              |                         |                     |
| 2 Методы анализа биологических систем       | Подготовка к зачету с оценкой                      | 7               | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     |
|                                             | Подготовка к тестированию                          | 8               | ПК-5                    | Тестирование        |
|                                             | Итого                                              | 15              |                         |                     |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | Подготовка к тестированию                          | 7               | ПК-5                    | Тестирование        |
|                                             | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 7               | ПК-5                    | Лабораторная работа |
|                                             | Подготовка к зачету с оценкой                      | 8               | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     |
|                                             | Итого                                              | 22              |                         |                     |
| Итого за семестр                            |                                                    | 52              |                         |                     |
| Итого                                       |                                                    | 52              |                         |                     |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля                                     |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|----------------------------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |                                                    |
| ПК-5                    | +                         | +          | +         | +         | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>5 семестр</b>         |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Зачёт с оценкой          | 0                                              | 0                                           | 30                                                        | 30               |
| Лабораторная работа      | 10                                             | 20                                          | 30                                                        | 60               |
| Тестирование             | 0                                              | 0                                           | 10                                                        | 10               |
| Итого максимум за период | 10                                             | 20                                          | 70                                                        | 100              |

|                    |    |    |     |     |
|--------------------|----|----|-----|-----|
| Нарастающим итогом | 10 | 30 | 100 | 100 |
|--------------------|----|----|-----|-----|

## 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| $\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК   | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3      |
| $< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК      | 2      |

## 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 – 100                                                 | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 – 89                                                  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 – 84                                                  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 – 74                                                  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 321 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561493>.

2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 181 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561492>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 210 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.urait.ru/bcode/512498>.

2. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 185 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://www.urait.ru/bcode/513244>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мамонова, Т. Е. Информационные технологии. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Т. Е. Мамонова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 176 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490340>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Лаборатория биомедицинской техники и технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 234 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Анализатор окиси углерода выдыхаемого воздуха Micro+Smokertyzer
- Электронейромиостимулятор с автоматизированной диагностикой "Магنون-29Д"
- Электрокардиограф ЭК1Т-1/3-07 Аксион
- Пульсоксиметр напалечный МД300С35
- Динамометр электронный ручной медицинский ДМЭР-120
- Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса МЕД-55 с адаптером "Би Велл Свисс АГ"
- Стетоскоп медицинский Rapport
- Осветитель таблиц для исследования остроты зрения ОТИЗ-40-01
- Кресло-кровать М182-02 универсальное
- Прибор для оценки состояния органов дыхания "Прессотахопирограф ПТС14П-01"
- Аппарат для полуавтоматической и компьютерной диагностики состояния полей зрения "Перискан"
- Система электроэнцефалографическая "Компакт-Нейро"
- Весы напольные медицинские с ростомером РП
- Таблица для исследования цветоощущения (Таблица Рабкина);
- Системный блок DEXP DC-202M

- Монитор 23,8" ACER
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Windows XP;

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория биомедицинской техники и технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 234 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Анализатор окиси углерода выдыхаемого воздуха Micro+Smokertyzer
  - Электронейромиостимулятор с автоматизированной диагностикой "Магنون-29Д"
  - Электрокардиограф ЭК1Т-1/3-07 Аксион
  - Пульсоксиметр напалечный МД300С35
  - Динамометр электронный ручной медицинский ДМЭР-120
  - Прибор для измерения артериального давления и частоты пульса МЕД-55 с адаптером "Би Велл Свисс АГ"
  - Стетоскоп медицинский Rapport
  - Осветитель таблиц для исследования остроты зрения ОТИЗ-40-01
  - Кресло-кровать М182-02 универсальное
  - Прибор для оценки состояния органов дыхания "Прессотахопирограф ПТС14П-01"
  - Аппарат для полуавтоматической и компьютерной диагностики состояния полей зрения "Перискан"
  - Система электроэнцефалографическая "Компакт-Нейро"
  - Весы напольные медицинские с ростомером РП
  - Таблица для исследования цветоощущения (Таблица Рабкина);
  - Системный блок DEXP DC-202M
  - Монитор 23,8" ACER
  - Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- Far Manager;
  - Google Chrome;
  - LibreOffice;
  - Mathworks Matlab;
  - Windows XP;

### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

#### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины          | Формируемые компетенции | Формы контроля      | Оценочные материалы (ОМ)               |
|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------------|
| 1 Общие вопросы кибернетики живых систем    | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                             |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Методы анализа биологических систем       | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                             |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Функциональное моделирование живых систем | ПК-5                    | Зачёт с оценкой     | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                             |                         | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ                |
|                                             |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий    |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по

дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания                                               | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                                               | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.                                                                                                                                     |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Качественная устойчивость – это
  1. Сохранение устойчивости независимо от количественных значений интенсивности внутри- и межвидовых взаимодействий в обществе
  2. Устойчивость, при которой малые изменения правой части уравнений не меняют геометрическую картину поведения решений
  3. Сохранение устойчивости в зависимости от количественных значений интенсивности внутри- и межвидовых взаимодействий в обществе
  4. Устойчивость, при которой малые изменения правой части уравнений меняют геометрическую картину поведения решений
2. Структурная устойчивость – это
  1. Сохранение устойчивости независимо от количественных значений интенсивности внутри- и межвидовых взаимодействий в обществе
  2. Устойчивость, при которой малые изменения правой части уравнений не меняют геометрическую картину поведения решений
  3. Сохранение устойчивости в зависимости от количественных значений интенсивности внутри- и межвидовых взаимодействий в обществе
  4. Устойчивость, при которой малые изменения правой части уравнений меняют геометрическую картину поведения решений
3. Прямая кинетическая задача – это
  1. Вычисление поведения переменных системы во времени при заданных параметрах и начальных условиях
  2. Решение в случае, когда модель полностью не определена
  3. Процедура поиска основана только на информации о значениях целевой функции
  4. Решение задачи осуществляется методом последовательного улучшения исходного (начального) решения
4. Обратная кинетическая задача – это
  1. Вычисление поведения переменных системы во времени при заданных параметрах и начальных условиях
  2. Решение в случае, когда модель полностью не определена
  3. Процедура поиска основана только на информации о значениях целевой функции
  4. Решение задачи осуществляется методом последовательного улучшения исходного (начального) решения
5. Методы прямого поиска – это
  1. Вычисление поведения переменных системы во времени при заданных параметрах и начальных условиях
  2. Решение в случае, когда модель полностью не определена
  3. Процедура поиска основана только на информации о значениях целевой функции
  4. Решение задачи осуществляется методом последовательного улучшения исходного (начального) решения
6. Задача поиска минимума заданного функционала – это
  1. Вычисление поведения переменных системы во времени при заданных параметрах и начальных условиях
  2. Решение в случае, когда модель полностью не определена
  3. Процедура поиска основана только на информации о значениях целевой функции
  4. Решение задачи осуществляется методом последовательного улучшения исходного (начального) решения
7. Модель Фибоначчи – это
  1. Каждое последующее число равно сумме двух предыдущих
  2. Геометрическая прогрессия в дискретном представлении или экспонента в непрерывном
  3. При малых значениях численности кривая возрастает экспоненциально, при

- больших – приближается к определенному пределу
4. Скорость реакции взаимодействия двух компонентов пропорциональна вероятности столкновения этих компонентов
8. Модель Мальтуса – это
1. Каждое последующее число равно сумме двух предыдущих
  2. Геометрическая прогрессия в дискретном представлении или экспонента в непрерывном
  3. При малых значения численности кривая возрастает экспоненциально, при больших – приближается к определенному пределу
  4. Скорость реакции взаимодействия двух компонентов пропорциональна вероятности столкновения этих компонентов
9. Модель Ферхюльста – это
1. Каждое последующее число равно сумме двух предыдущих
  2. Геометрическая прогрессия в дискретном представлении или экспонента в непрерывном
  3. При малых значения численности кривая возрастает экспоненциально, при больших – приближается к определенному пределу
  4. Скорость реакции взаимодействия двух компонентов пропорциональна вероятности столкновения этих компонентов
10. Модель Вольтерра – это
1. Каждое последующее число равно сумме двух предыдущих
  2. Геометрическая прогрессия в дискретном представлении или экспонента в непрерывном
  3. При малых значения численности кривая возрастает экспоненциально, при больших – приближается к определенному пределу
  4. Скорость реакции взаимодействия двух компонентов пропорциональна вероятности столкновения этих компонентов

#### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. В математической биофизике, как и в любой науке, существуют простые модели, которые поддаются аналитическому исследованию и обладают свойствами, позволяющими описывать целый спектр природных явлений. Как называют такие модели?
2. Как называется биологическая система, в которой колебания имеют постоянные период и амплитуду, устанавливаются независимо от начальных условий и поддерживаются благодаря свойствам самой системы, а не вследствие воздействия периодической силы?
3. Основные этапы построения имитационной модели.
4. Проблема устойчивости продукционных процессов.
5. Методы прямого поиска

#### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Matlab в задачах вычислительной математики
2. Пакет расширений Symbolic математического пакета Matlab
3. Визуальная среда Simulink пакета Matlab

#### **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими

научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов                                                              | Формы контроля и оценки результатов обучения                                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка                                                                    |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам                                                 | Преимущественно устная проверка (индивидуально)                                                        |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами                                                                |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ  
протокол № 30 от «20» 2 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ    | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cfd5a |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                     |                |                                                          |
|---------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
| Профессор, каф. ПрЭ | Н.С. Легостаев | Согласовано,<br>6332ca5f-c16e-4579-<br>bbc4-ee49773dfd8d |
| Доцент, каф. ПрЭ    | Д.О. Пахмурин  | Согласовано,<br>ce9e048a-2a49-44a0-<br>b2ab-bc9421935400 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                  |               |                                                          |
|------------------|---------------|----------------------------------------------------------|
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Разработано,<br>ce9e048a-2a49-44a0-<br>b2ab-bc9421935400 |
|------------------|---------------|----------------------------------------------------------|