

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.



Кафедра            «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор             Братусь Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Динамические системы и модели биологии**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки:  | 01.03.02 – Прикладная математика и информатика |
| Профиль:                 | Математические модели в экономике и технике    |
| Квалификация выпускника: | Бакалавр                                       |
| Форма обучения:          | очная  |
| Год начала подготовки    | 2017   |

|  |  |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании<br/>Учебно-методической комиссии<br/>Протокол № 3<br/>05 октября 2020 г.<br/>Председатель учебно-методической<br/>комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Ключева</p> | <p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2<br/>02 октября 2020 г.<br/>Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.Е. Нутович</p> |
|--|--|

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамические системы и модели биологии являются основным средством описания сложных нелинейных процессов в задачах физики, механики, биологии, экономики. Открытия последних лет (теорема Шарковского, странные аттракторы, возникновение хаоса, сложные перестройки – бифуркации в поведении систем) сделали эту ветвь математики востребованной для решения большого количества актуальных проблем. Целью курса является ознакомление студентов с достижениями в этой быстро развивающейся отрасли науки. Полученные знания применяются для исследования задач, возникающих при исследовании популяций в биологических системах (уравнения типа Лотка – Вольтерра, Гаузе – Колмогорова), в задаче о воздействии загрязнения на окружающую среду, в задачах о взаимодействии популяций лесных насекомых. Также целью изучения учебной дисциплины «Динамические системы и модели биологии» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности:

научной и научно-исследовательская;  
организационно-управленческая и  
педагогическая.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

научная и научно-исследовательская деятельность:

- исследование математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств в теории динамических систем;
- применение наукоемких технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области динамических систем;

- составление рефератов (отчетов) по тематике проводимых исследований  
организационно-управленческая деятельность:

- соблюдение кодекса профессиональной этики;

педагогическая деятельность:

- владение методами электронного обучения.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Динамические системы и модели биологии" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Алгебра и аналитическая геометрия:**

Знания: основных понятий теории матриц

Умения: применять изученные операции из теории матриц при решении конкретных задач

Навыки: изученные операции при решении конкретных задач, владение основными операциями из теории матриц

#### **2.1.2. Дифференциальные уравнения:**

Знания: постановки задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Умения: уметь решать основные обыкновенные дифференциальные уравнения

Навыки: навыки работы с учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками

#### **2.1.3. Комплексный анализ:**

Знания: основных понятий (комплексные числа)

Умения: применять операции над комплексными числами при решении конкретных задач

Навыки: владение основными операциями из теории комплексных чисел

#### **2.1.4. Математический анализ:**

Знания: основных понятий из интегрального и дифференциального исчисления, теории рядов

Умения: применять изученные в курсе операции (дифференцирование, интегрирование и др.) при решении конкретных задач

Навыки: основными операциями (дифференцирование, интегрирование и др.)

#### **2.1.5. Функциональный анализ:**

Знания: основных понятий: мера, многозначные отображения, неподвижные точки отображения и др.

Умения: применять изученные операции при решении конкретных задач

Навыки: владение основными операциями

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Государственная итоговая аттестация**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

| №<br>п/п | Код и название компетенции   | Ожидаемые результаты   |
|----------|--|--|
| 1        | ОПК-2 способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии  | <p>Знать и понимать: доступные современные информационные и компьютерные технологии, применяемые в исследовательской и прикладной деятельности</p> <p>Уметь: использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями</p> <p>Владеть: способностью использовать компьютерные технологии в научной и познавательной деятельности</p>  |
| 2        | ПК-1 способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям                                     | <p>Знать и понимать: понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат</p> <p>Уметь: обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований</p> <p>Владеть: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований</p>  |
| 3        | ПК-5 способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках | <p>Знать и понимать: понимать и применять информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках</p> <p>Уметь: осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках</p> <p>Владеть: сетью "Интернет" и другими источниками</p> |

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ**

##### **4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:**

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### **4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы   | Количество часов        |           |
|--|-------------------------|-----------|
|  | Всего по учебному плану | Семестр 7 |
| Контактная работа  | 28                      | 28,15     |
| Аудиторные занятия (всего):  | 28                      | 28        |
| В том числе:   |                         |           |
| лекции (Л)   | 14                      | 14        |
| лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)              | 14                      | 14        |
| Самостоятельная работа (всего)                                     | 53                      | 53        |
| Экзамен (при наличии)  | 27                      | 27        |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:                               | 108                     | 108       |
| ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:                            | 3.0                     | 3.0       |
| Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля) | ПК1, ПК2                | ПК1, ПК2  |
| Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)                     | ЭК                      | ЭК        |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной<br>дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |     |       |     |    |       | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-точной<br>аттестации |
|----------|---------|--|---|-----|-------|-----|----|-------|---|
|          |         |  | Л   | ЛР  | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |   |
| 1        | 2       | 3  | 4   | 5   | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
| 1        | 7       | Раздел 1<br>Дискретные<br>динамические<br>системы  | 5   | 5/3 |       |     | 23 | 33/3  |   |
| 2        | 7       | Тема 1.1<br>Устойчивость<br>неподвижных<br>точек.<br>Бифуркации<br>положений<br>равновесия.  | 1   | 1/1 |       |     |    | 2/1   |   |
| 3        | 7       | Тема 1.2<br>Циклы. Терема<br>Шарковского.  | 1   | 1   |       |     |    | 2     |   |
| 4        | 7       | Тема 1.3<br>Показатели<br>Ляпунова.  | 1   | 1/1 |       |     |    | 2/1   |   |
| 5        | 7       | Тема 1.4<br>Многомерные<br>системы с<br>дискретным<br>временем.  | 1   | 1   |       |     | 23 | 25    | ПК1,<br>Опросы,<br>доклады  |
| 6        | 7       | Тема 1.5<br>Случай<br>линейных<br>систем. Условия<br>устойчивости  | 1   | 1/1 |       |     |    | 2/1   |   |
| 7        | 7       | Раздел 2<br>Непрерывные<br>динамические<br>системы   | 5   | 5/1 |       |     |    | 10/1  |   |
| 8        | 7       | Тема 2.1<br>Свойства<br>первых<br>интегралов<br>системы.<br>Фазовые<br>портреты<br>движения<br>одномерной<br>частицы под<br>действием<br>потенциальных<br>сил. | 1   | 1   |       |     |    | 2     |   |
| 9        | 7       | Тема 2.2<br>Устойчивость по<br>А.М. Ляпунову.<br>Теоремы<br>Ляпунова.<br>Теорема<br>Пуанкаре-<br>Ляпунова об   | 1   | 1   |       |     |    | 2     |   |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной<br>дисциплины   | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |     |       |     |    |       | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежуточной<br>аттестации |
|----------|---------|--|---|-----|-------|-----|----|-------|--|
|          |         |  | Л   | ЛР  | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |  |
| 1        | 2       | 3  | 4   | 5   | 6     | 7   | 8  | 9     | 10   |
|          |         | устойчивости по<br>первому<br>приближению.   |   |     |       |     |    |       |  |
| 10       | 7       | Тема 2.3<br>Предельное<br>поведение<br>автономных<br>динамических<br>систем.<br>Свойства<br>предельных<br>множеств.<br>Теорема<br>Бендиксона-<br>Дюлака.               | 1   | 1/1 |       |     |    | 2/1   |  |
| 11       | 7       | Тема 2.4<br>Теорема<br>Бендиксона –<br>Пуанкаре и ее<br>следствия.<br>Отображение<br>Пуанкаре.<br>Индексы<br>Пуанкаре для<br>систем в R <sup>2</sup> .                 | 1   | 1   |       |     |    | 2     |  |
| 12       | 7       | Тема 2.5<br>Бифуркация<br>Андронава -<br>Хопфа.<br>Достаточные<br>условия<br>возникновения<br>бифуркации<br>Андронава-<br>Хопфа.                                       | 1   | 1   |       |     |    | 2     |  |
| 13       | 7       | Раздел 3<br>Модели<br>биологии и<br>экологии   | 4   | 4/2 |       |     | 30 | 38/2  |  |
| 14       | 7       | Тема 3.1<br>Математический<br>анализ модели<br>«Хищник-<br>Жертва» Лотка-<br>Вольтерра и<br>модели<br>«Хищник-<br>Жертва» с<br>учетом<br>внутривидовой<br>конкуренции. | 1   | 1   |       |     |    | 2     |  |
| 15       | 7       | Тема 3.2<br>Математический<br>анализ модели<br>взаимодействия  | 1   | 1/1 |       |     |    | 2/1   |  |

| №<br>п/п | Семестр | Тема (раздел)<br>учебной<br>дисциплины  | Виды учебной деятельности в часах/<br>в том числе интерактивной форме |      |       |     |    |       | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости и<br>промежу-точной<br>аттестации |
|----------|---------|---|---|------|-------|-----|----|-------|---|
|          |         |   | Л   | ЛР   | ПЗ/ТП | КСР | СР | Всего |   |
| 1        | 2       | 3   | 4   | 5    | 6     | 7   | 8  | 9     | 10  |
|          |         | двух<br>конкурирующих<br>видов. Принцип<br>исключения<br>Гаузе.   |   |      |       |     |    |       |   |
| 16       | 7       | Тема 3.3<br>Математический<br>анализ модели<br>«Хищник-<br>Жертва» Гаузе.<br>Трофические<br>функции<br>хищника и<br>жертвы. | 1   | 1    |       |     |    | 2     | ПК2,<br>Опросы,<br>доклады  |
| 17       | 7       | Тема 3.4<br>Математическая<br>модель пищевой<br>цепи.<br>Достаточные<br>условия<br>устойчивости                             | 1   | 1/1  |       |     |    | 2/1   |   |
| 18       | 7       | Экзамен   |   |      |       |     |    | 27    | ЭК  |
| 19       |         | Всего:  | 14  | 14/6 |       |     | 53 | 108/6 |   |



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

| № п/п | № семестра | Тема (раздел) учебной дисциплины   | Наименование занятий   | Всего часов/ из них часов в интерактивной форме |
|-------|------------|--|--|---|
| 1     | 2          | 3  | 4  | 5   |
| 1     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные динамические системы<br>Тема: Устойчивость неподвижных точек. Бифуркации положений равновесия.  | Устойчивость неподвижных точек. Бифуркации положений равновесия.   | 1 / 1   |
| 2     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные динамические системы<br>Тема: Циклы. Терема Шарковского.  | Циклы. Терема Шарковского.   | 1   |
| 3     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные динамические системы<br>Тема: Показатели Ляпунова.  | Показатели Ляпунова.   | 1 / 1   |
| 4     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные динамические системы<br>Тема: Многомерные системы с дискретным временем.  | Многомерные системы с дискретным временем.   | 1   |
| 5     | 7          | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные динамические системы<br>Тема: Случай линейных систем. Условия устойчивости  | Случай линейных систем. Условия устойчивости   | 1 / 1   |
| 6     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Непрерывные динамические системы<br>Тема: Свойства первых интегралов системы. Фазовые портреты движения одномерной частицы под действием потенциальных сил.  | Свойства первых интегралов системы. Фазовые портреты движения одномерной частицы под действием потенциальных сил.  | 1   |
| 7     | 7          | РАЗДЕЛ 2<br>Непрерывные динамические системы<br>Тема: Устойчивость по А.М. Ляпунову. Теоремы Ляпунова. Теорема Пуанкаре-Ляпунова об устойчивости по первому приближению. | Устойчивость по А.М. Ляпунову. Теоремы Ляпунова. Теорема Пуанкаре-Ляпунова об устойчивости по первому приближению. | 1   |

| №<br>п/п | №<br>семестра | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины  | Наименование занятий  | Всего ча-<br>сов/ из них<br>часов в<br>интерак-<br>тивной<br>форме |
|----------|---------------|--|---|--|
| 1        | 2             | 3  | 4   | 5  |
| 8        | 7             | РАЗДЕЛ 2<br>Непрерывные<br>динамические системы<br>Тема: Предельное<br>поведение автономных<br>динамических систем.<br>Свойства предельных<br>множеств. Теорема<br>Бендиксона-Дюлака.              | Предельное поведение автономных динамических систем. Свойства предельных множеств. Теорема Бендиксона-Дюлака.             | 1 / 1  |
| 9        | 7             | РАЗДЕЛ 2<br>Непрерывные<br>динамические системы<br>Тема: Теорема<br>Бендиксона –Пуанкаре<br>и ее следствия.<br>Отображение<br>Пуанкаре. Индексы<br>Пуанкаре для систем в<br>R <sup>2</sup> .       | Теорема Бендиксона –Пуанкаре и ее следствия. Отображение Пуанкаре. Индексы Пуанкаре для систем в R <sup>2</sup> .         | 1  |
| 10       | 7             | РАЗДЕЛ 2<br>Непрерывные<br>динамические системы<br>Тема: Бифуркация<br>Андропова - Хопфа.<br>Достаточные условия<br>возникновения<br>бифуркации<br>Андропова- Хопфа.                               | Бифуркация Андропова - Хопфа. Достаточные условия возникновения бифуркации Андропова-Хопфа.                               | 1  |
| 11       | 7             | РАЗДЕЛ 3<br>Модели биологии и<br>экологии<br>Тема: Математический<br>анализ модели<br>«Хищник-Жертва»<br>Лотка-Вольтерра и<br>модели «Хищник-<br>Жертва» с учетом<br>внутривидовой<br>конкуренции. | Математический анализ модели «Хищник-Жертва» Лотка-Вольтерра и модели «Хищник-Жертва» с учетом внутривидовой конкуренции. | 1  |
| 12       | 7             | РАЗДЕЛ 3<br>Модели биологии и<br>экологии<br>Тема: Математический<br>анализ модели<br>взаимодействия двух<br>конкурирующих видов.<br>Принцип исключения<br>Гаузе.                                  | Математический анализ модели взаимодействия двух конкурирующих видов. Принцип исключения Гаузе.                           | 1 / 1  |

| №<br>п/п | №<br>семестра | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины   | Наименование занятий  | Всего ча-<br>сов/ из них<br>часов в<br>интерак-<br>тивной<br>форме |
|----------|---------------|---|---|--|
| 1        | 2             | 3   | 4   | 5  |
| 13       | 7             | РАЗДЕЛ 3<br>Модели биологии и<br>экологии<br>Тема: Математический<br>анализ модели<br>«Хищник-Жертва»<br>Гаузе. Трофические<br>функции хищника и<br>жертвы. | Математический анализ модели «Хищник-Жертва» Гаузе. Трофические функции хищника и жертвы. | 1  |
| 14       | 7             | РАЗДЕЛ 3<br>Модели биологии и<br>экологии<br>Тема: Математическая<br>модель пищевой цепи.<br>Достаточные условия<br>устойчивости                            | Математическая модель пищевой цепи.<br>Достаточные условия устойчивости                   | 1 / 1  |
| ВСЕГО:   |               |   |   | 14/6   |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Динамические системы и модели биологии» осуществляется в форме лекций и лабораторных работ.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 100 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные).

Лабораторные работы организованы в виде объяснительно-иллюстративного разбора примеров моделей, выполнения и защиты индивидуальных заданий с применением интерактивной формы.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы, а также элементов интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем с использованием электронных источников в Интернете (справочные ресурсы, электронные версии книг), использования прикладных программных сред для моделирования.

Оценка полученных знаний, умений и навыков использует элементы модульно-рейтинговой технологии. Курс разбит на 3 раздела, представляющих собой логически завершённые фрагменты учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение ситуационных задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм как опросы, доклады, экзамен. Задания практического содержания проверяются в форме защиты лабораторных работ.

Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| №<br>п/п | №<br>семестра | Тема (раздел)<br>учебной дисциплины   | Вид самостоятельной работы студента.<br>Перечень учебно-методического<br>обеспечения для самостоятельной работы   | Всего<br>часов |
|----------|---------------|---|---|----------------|
| 1        | 2             | 3   | 4   | 5              |
| 1        | 7             | РАЗДЕЛ 1<br>Дискретные<br>динамические<br>системы<br>Тема 4:<br>Многомерные<br>системы с<br>дискретным<br>временем. | Проработка теоретического материала,<br>подготовка к практическим занятиям. [1,2];<br>2. Самостоятельное исследование<br>многомерной непрерывной динамической<br>системы [2,5,7-9]. | 23             |
| 2        | 7             | РАЗДЕЛ 3<br>Модели биологии и<br>экологии   | Проработка теоретического материала,<br>выполнение лабораторных работ [2-9].  | 30             |
| ВСЕГО:   |               |   |   | 53             |

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

| №<br>п/п | Наименование   | Автор (ы)                                 | Год и место издания<br>Место доступа | Используется при<br>изучении<br>разделов, номера<br>страниц |
|----------|--|---|--------------------------------------|---|
| 1        | Дискретные динамические системы и математические модели в экологии | А.С. Братусь, А.С. Новожилов, Е.В. Родина | М.:МИИТ, 2005<br>НТБ МИИТ            | Раздел 1, Раздел 2  |

### 7.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Наименование   | Автор (ы)                                   | Год и место издания<br>Место доступа  | Используется при изучении<br>разделов, номера<br>страниц |
|----------|--|---|---|--|
| 2        | Динамические системы и модели биологии                                 | А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов | М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010<br>НТБ МИИТ   | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3                             |
| 3        | Математическая теория борьбы за существования                          | В. Вольтерра                                | М. Наука, 1976<br>НТБ МИИТ  | Раздел 3   |
| 4        | Устойчивость биологических сообществ                                   | Ю.М. Свирижев, Д.О. Логофет                 | М. Наука, 1978<br>НТБ МИИТ  | Раздел 3   |
| 5        | Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях.    | Д. Марри                                    | М. Мир, 1983<br>НТБ МИИТ  | Раздел 2, Раздел 3                                       |
| 6        | The theory of evolution and dynamical system                           | Hofbauer J., Sigmund K.                     | Cambridge University Press. Cambridge, 1997<br>НТБ МИИТ   | Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3                             |
| 7        | Лекции по математическим моделям в биологии                            | Г.Ю. Ризниченко                             | Москва – Ижевск, 2002<br>НТБ МИИТ   | Раздел 3   |
| 8        | Mathematical Biology   | Murray D.                                   | Springer, 1998<br>НТБ МИИТ  | Раздел 3   |
| 9        | Математическая биофизика взаимодействующих популяций                   | А.Д. Базыкин                                | Москва. Наука, 1985<br>НТБ МИИТ   | Раздел 3   |
| 10       | Дифференциальные уравнения в математических моделях (учебное пособие). | Ф.С. Березовская, Г.П. Карев                | Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики. Москва , 2000<br>НТБ МИИТ | Раздел 3   |

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2.<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/> - Международный научно-образовательный сайт EqWorld.

3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекционных занятий можно использовать специализированную лекционную аудиторию с мультимедийной аппаратурой и интерактивной доской.

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может потребоваться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения некоторых аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе.

Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересные его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных

знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3.

Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6.

Организирующая; 7. информационная.

Выполнение лабораторных работ служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике.

Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение лабораторных работ не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а, следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и зачету, курсовой проект, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.