

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

«30» июня 2023 г.

Регистрационный № УД – 197/б.

**Математический анализ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

6-05-0511-05 Биоинженерия и биоинформатика

2023 г.

Учебная программа составлена на основе примерного учебного плана специальности 6-05-0511-05 Биоинженерия и биоинформатика от 02.12.2022 регистрационный № 6-05-05-007/пр., учебного плана БГУ регистрационный № 6 - 5.6-37/01/уч. от 15.05.2023.

#### **СОСТАВИТЕЛИ:**

**Н.В. Бровка**, заведующий кафедрой теории функций Белорусского государственного университета, доктор педагогических наук, профессор;

**Е.В. Громак**, доцент кафедры теории функций Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

**О.Б. Долгополова**, доцент кафедры теории функций Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Н.И. Карпович**, старший преподаватель кафедры теории функций Белорусского государственного университета.

#### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**В.В. Беньш-Кривец**, заведующий кафедрой высшей алгебры и защиты информации Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**Н.В. Гриб**, заведующий кафедрой математики и методики преподавания математики УО «Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка», кандидат физико-математических наук, доцент.

#### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой теории функций механико-математического факультета Белорусского государственного университета  
(протокол № 18 от 07.06.2023);

Научно-методическим советом БГУ  
(протокол № 9 от 29.06.2023)

Заведующий кафедрой теории функций

Н.В. Бровка

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Цели** изучения дисциплины «Математический анализ»:

- формирование знаний о роли и месте математики как универсальном аппарате моделирования реальных процессов;
- развитие математических компетенций, являющихся основаниями решения профессионально-ориентированных задач биоинженерии и биоинформатики;
- развитие умений математического моделирования посредством использования дифференциального и интегрального исчислений;
- освоение умений сформулировать проблему, используя математический язык, анализировать данные посредством математических методов, применять элементы математического анализа к биологическим объектам и анализу биологических процессов.

**Задачи** изучения учебной дисциплины:

- освоение методов дифференцирования функций одной и многих переменных;
- овладение методами интегрирования функций одной и многих переменных;
- развитие умений построения математических моделей и решения соответствующих задач методами дифференциального и интегрального исчислений;
- формирование навыков применения в учебно-профессиональной сфере элементов теории функций;
- совершенствование междисциплинарных знаний, связанных с применением математических методов в профессиональной деятельности;
- стимулирование у студентов познавательной и учебно-исследовательской активности в отношении освоения способов применения математических методов в биологии.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Математика» государственного компонента.

**Связи** с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Дисциплина «Математический анализ» основана на школьной учебной дисциплине «Математика». Тесно связана с дисциплиной «Линейная алгебра» модуля «Математика» государственного компонента.

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Математический анализ» должно обеспечить формирование следующих универсальных и базовых профессиональных компетенций:

**универсальные** компетенции:

УК-1 Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК-2 Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

УК-4 Работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия.

УК-5 Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

УК-6 Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

**базовые профессиональные** компетенции:

БПК-2. Применять современные математические методы и модели при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии и биоинформатики.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные понятия и методы применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и многих переменных;

– методы доказательств и алгоритмы решения задач математического анализа;

– новейшие достижения в области теории функций и ее приложений в задачах биологии;

**уметь:**

– производить действия над комплексными числами;

– выполнять вычисления пределов функций;

– применять методы дифференцирования функций;

– производить исследование функций;

– применять методы интегрирования функций;

– решать обыкновенные дифференциальные уравнения;

– составлять математические модели биологических процессов;

– использовать математические методы в сборе информации, ее обработке и при прогнозировании результатов изучаемых биологических процессов;

**владеть:**

– основными понятиями и методами дифференциального и интегрального исчисления, необходимыми для изучения биологических и химических дисциплин;

– математическими методами анализа информации, ее обработки и представления в прогнозировании результатов изучаемых биологических процессов;

– навыками самообразования и способами использования аппарата математического анализа для проведения математических и междисциплинарных исследований.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 1, 2 семестрах. Всего на изучение учебной дисциплины «Математический анализ» отведено 216 часов, в том числе 108 аудиторных часов, из них: лекции – 52 часа, практические занятия – 48 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов, из них:

– 1 семестр – всего: 108 часов, в том числе 54 аудиторных часов, из них: лекции – 26 часов, практические занятия – 24 часа, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

– 2 семестр – всего: 108 часов, в том числе 54 аудиторных часа, из них: лекции – 26 часов, практические занятия – 24 часа, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ

### Тема 1.1. Предмет высшей математики

Исторические сведения. Роль ученых Беларуси в развитии математики. Понятие о роли математики в биологии.

## РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

### Тема 2.1. Функции и пределы

Предел последовательности. Число  $e$ . Предел функции. Односторонние и бесконечные пределы. Бесконечно малые, бесконечно большие функции. Основные теоремы о пределах функций. Непрерывные функции и их свойства. Точки разрыва. Пределные циклы в биологических моделях.

### Тема 2.2. Производные и дифференциалы

Производная, ее геометрический, физический, биологический и химический смыслы. Основные правила дифференцирования. Основные формулы дифференцирования. Дифференциал функции (геометрический, физический и биологический смыслы, свойства, приложения). Производные и дифференциалы высших порядков. Основные теоремы дифференциального исчисления (Ролля, Лагранжа, Коши). Правило Бернулли-Лопиталя. Экстремум функции. Направления выпуклости графика, точки перегиба, асимптоты. Исследование функций и построение их графиков. Прикладные задачи из биологии, физики и химии.

### Тема 2.3. Неопределенный интеграл

Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных неопределенных интегралов. Интегрирование по частям, замена переменной. Интегрирование простейших рациональных и иррациональных функций, тригонометрических выражений.

### Тема 2.4. Определенный интеграл. Несобственные интегралы.

Определенный интеграл, задачи, приводящие к понятию определенного интеграла, его геометрический смысл, основные свойства, теорема о среднем. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла. Несобственные интегралы. Приложения интегралов в естествознании.

### Тема 2.5. Функции нескольких переменных

Предел, непрерывность, частные производные, полный дифференциал, экстремум функции нескольких переменных. Эмпирические формулы. Примеры использования функций нескольких переменных в биологии, физике, химии и медицине.

### Тема 2.6. Дифференциальные уравнения

Основные определения. Дифференциальные уравнения первого порядка. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения второго порядка. Системы дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения в биологии, химии, физике.

## **РАЗДЕЛ 3. ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО**

### **Тема 3.1. Комплексные числа.**

Основные определения и факты, связанные с комплексными числами. Действия над комплексными числами. Различные формы представления комплексного числа.

### **Тема 3.2. Дифференцируемые функции. Криволинейные интегралы.**

Дифференцируемые функции комплексного переменного. Правила дифференцирования (производная и арифметические операции, производная сложной функции, производная обратной функции). Кривые на плоскости. Комплексные криволинейные интегралы. Первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Интегральная теорема Коши для простого контура

### **Тема 3.3. Вычеты.**

Классификация изолированных особых точек однозначного характера. Определение вычета, теорема о вычетах. Формулы для вычисления вычетов. Применение к вычислению интегралов.

## **РАЗДЕЛ 4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ**

### **Тема 4.1. Построение математических моделей, методы исследования биологических процессов и явлений**

Принципы построения математических моделей на примерах, использующих законы химии, биологии; закон размножения бактерий с течением времени; закон роста клеток с течением времени; закон разрушения клеток в звуковом поле; закон растворения лекарственных форм вещества из таблеток; дифференциальные уравнения в теории эпидемий; математические модели роста численности популяций и др.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДО)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы                          | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      |      | Количество часов УСР | Формы контроля знаний           |
|---------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|---------------------------------|
|                     |                                                 | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                      |                                 |
|                     |                                                 |                             |                      |                     |                      |      |                      |                                 |
| 1                   | 2                                               | 3                           | 4                    | 5                   | 6                    | 7    | 8                    | 9                               |
| 1                   | ВВЕДЕНИЕ                                        |                             |                      |                     |                      |      |                      |                                 |
| 1.1                 | Предмет высшей математики                       | 1                           |                      |                     |                      |      |                      |                                 |
| 2                   | МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ                           |                             |                      |                     |                      |      |                      |                                 |
| 2.1                 | Функции и пределы.                              | 8                           | 8                    |                     |                      |      |                      | Опрос                           |
| 2.2                 | Производные и дифференциалы.                    | 9                           | 10                   |                     |                      |      | 2                    | Контрольная работа по теме 2.2. |
| 2.3                 | Неопределенный интеграл.                        | 8                           | 6                    |                     |                      |      | 2                    | Контрольная работа по теме 2.3. |
| 2.4                 | Определенный интеграл. Несобственные интегралы. | 4                           | 6                    |                     |                      |      |                      | Опрос                           |
| 2.5                 | Функции нескольких переменных.                  | 3                           | 2                    |                     |                      |      |                      |                                 |

|     |                                                                                          |           |           |  |  |  |          |                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--|--|--|----------|----------------------------------------|
| 2.6 | Дифференциальные уравнения.                                                              | 5         | 8         |  |  |  | 2        | Контрольная работа по темам 2.4 – 2.6. |
| 3   | <b>ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ ПЕРЕМЕННОГО</b>                                                        |           |           |  |  |  |          |                                        |
| 3.1 | Комплексные числа.                                                                       | 4         | 3         |  |  |  |          | Опрос                                  |
| 3.2 | Дифференцируемые функции. Криволинейные интегралы.                                       | 2         | 3         |  |  |  |          | Опрос                                  |
| 3.3 | Вычеты.                                                                                  | 2         | 2         |  |  |  | 2        | Контрольная работа по темам 3.1 – 3.3. |
| 4   | <b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ</b>                                           |           |           |  |  |  |          | Реферат                                |
| 4.1 | Построение математических моделей, методы исследования биологических процессов и явлений | 6         |           |  |  |  |          |                                        |
|     | <b>Всего по дисциплине</b>                                                               | <b>52</b> | <b>48</b> |  |  |  | <b>8</b> |                                        |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Баврин, И.И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков: учебник и практикум для вузов/ И.И. Баврин.— 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2017.— 397 с.
2. Математический анализ. Задачи и упражнения : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям : в 3 ч. — Минск : Вышэйшая школа, 2022. (Для студентов учреждений высшего образования). Ч. 1 / [И. Л. Васильев и др.]. — 2022. — 293 с.
3. Математический анализ. Задачи и упражнения : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям : в 3 ч. — Минск : Вышэйшая школа, 2023. (Для студентов учреждений высшего образования). Ч. 2 / [С. А. Бондарев и др.]. — 2023. — 355 с.
4. Кротов, В. Г. Математический анализ : учеб. пособие для студ. уво по математическим спец. / В. Г. Кротов ; БГУ. - Минск : БГУ, 2017. - 375 с. — URL:<http://elib.bsu.by/handle/123456789/191394>.

### Перечень дополнительной литературы

1. Воднев, В.Т., Наумович, А.Ф., Наумович, Н.Ф. Основные математические формулы. Справочник. / В.Т. Воднев, А.Ф. Наумович, Н.Ф. Наумович. — Минск, Вышэйшая школа, 1988. — 270 с.
2. Воронов, М. В., Мещерякова, Г. П. Математика для студентов гуманитарных факультетов. / М.В. Воронов, Г.П. Мещерякова. — Ростов-на-Дону: «Феникс», 2002. — 375 с.
3. Жолков, С.Ю. Математика и информатика для гуманитариев. / С.Ю. Жолков — М: УИЦ «Гардарики», 2002. — 531 с.
4. Кудрявцев, В.А., Демидович, Б.П. Краткий курс высшей математики. / В.А. Кудрявцев, Б. П. Демидович. — М.: Наука, 1989. — 655 с.
5. Резниченко, Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии / Г.Ю. Резниченко. — Изд. 2-е испр. и доп. — М. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. — 560 с.
6. Кепчик, Н.В. Высшая математика: практикум для студентов биологического факультета / Н.В. Кепчик. — Минск: БГУ, 2010. — 99 с.
7. Петров, Е. П. Высшая математика для студентов-биологов : учеб. пособие : в 4 ч. / Е. П. Петров ; АлтГУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — Барнаул : АлтГУ, 2014. — Ч. 1. — 126 с.

## Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Перечень рекомендуемых средств диагностики:

1. Опрос.
2. Контрольные работы.
3. Реферат.

Формой промежуточной аттестации учебным планом предусмотрен зачет в 1 семестре и экзамен во 2 семестре.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Формирование отметки текущей аттестации:

- опрос 25 %;
- реферат 25 %;
- контрольные работы 50 %.

Итоговая отметка по учебной дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) и экзаменационной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки текущей аттестации составляет 40 %, экзаменационной отметки – 60 %.

### Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

В качестве управляемой самостоятельной работы студенты выполняют контрольные работы по соответствующим темам.

#### Тема 2.2. Производные и дифференциалы.

1. Вычислить производную функции:

а)  $y = \frac{15x}{(2x^2 - 3)^4};$

б)  $y = \cos^7 \sqrt{6x};$

в)  $y = \ln \sqrt{x^2 - 6x};$

г)  $y = 6^{\sin^2 x} - 5x.$

2. Размер популяции насекомых в момент  $t$  (время выражено в днях) задается величиной  $p(t) = 10^6 + 10^4 t - 10^3 t^2$ . Вычислить начальную численность популяции и ее скорость роста в момент  $t$ .
3. Реакции организма на два лекарства как функции  $t$  (время выражается в часах) составляют  $u_1 = (t + 1)e^{-t}$  и  $u_2 = t^2 e^{-t}$ . У какого из лекарств выше максимальная реакция? Какое из лекарств медленнее в своем воздействии?

Форма контроля – контрольная работа.

### Темы 2.3. Неопределенный интеграл.

1. Вычислить интеграл:

а)  $\int x\sqrt{2x^2 + 5} dx$ ;      б)  $\int 8xe^{6x} dx$ .

2. Скорость размножения плесневых грибов определяется формулой  $v = ae^{kt}$ , где  $t$  – время. Найти численность грибов в момент времени  $t = 10$ , если известна начальная численность популяции грибов  $N(0) = 10000$ .

3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями  $y = x$ ,  $yx^2 = 1$ ,  $y = 0$ ,  $x = 3$ .

Форма контроля – контрольная работа.

### Темы 2.4 – 2.6. Определенный интеграл. Несобственные интегралы. Функции нескольких переменных. Дифференциальные уравнения.

1. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями  $y = x$ ,  $yx^2 = 1$ ,  $y = 0$ ,  $x = 3$ .

2. Вычислить частные производные 1-го и 2-го порядков функции  $z = \frac{xy + y}{\sqrt{x + 5y}}$ .

3. Проинтегрировать следующие уравнения:

а)  $(9y^2 + 1)dx = 3dy$ ;

б)  $(x^2 + y^2)dx - 2x^2 dy = 0$ ;

в)  $y'' - 4y' + 4y = 0$ ;

г)  $y'' - 4y' + y = 6e^x$ .

Форма контроля – контрольная работа.

### Темы 3.1 – 3.3. Функции комплексного переменного.

Комплексные числа. Дифференцируемые функции. Криволинейные интегралы. Вычеты.

1. Найти и записать в алгебраической форме число

а).  $z = \left( \frac{i^8 + \sqrt{3}i^5}{4} \right)^5$       б).  $z = \left( -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{10}$

2. Вычислить криволинейный интеграл  $\oint_{\gamma} (z - |z|) dz$ , где  $\gamma$  – контур, состоящий из правой половины окружности  $|z| = 2$  и вертикального диаметра.

3. Вычислить интеграл с помощью вычетов:

а).  $\oint_{|z-6|=5} \frac{z^2}{\sin z} dz$       б).  $\oint_{|z|=3} \frac{z^4 dz}{(z^2 - 1)^2 (z + 4)}$

Форма контроля – контрольная работа.

## Примерная тематика практических занятий

### 1 семестр

Занятие №1. Предел последовательности и его свойства. Техника вычисления пределов.

Занятие 2. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Монотонные последовательности.

Занятие № 3. Функции. Предел функции.

Занятие № 4. Замечательные пределы. Непрерывность.

Занятие № 5. Производная функции. Правила нахождения производной. Таблица производных.

Занятие № 6. Производная сложной функции. Производные высших порядков.

Занятие № 7. Дифференциал функции.

Занятие № 8. Приложения производной.

Занятие № 9. Экстремумы функции. Правило Лопиталя.

Занятие № 10. Неопределённый интеграл. Основные методы вычисления: метод непосредственного интегрирования, метод замены переменной.

Занятие № 11. Неопределённый интеграл. Основные методы вычисления: метод интегрирования по частям. Интегрирование тригонометрических функций.

Занятие № 12. Интегрирование функций, содержащих квадратный трёхчлен, интегрирование рациональной, иррациональной функций.

### 2 семестр

Занятие № 13. Определённый интеграл. Основные методы вычисления.

Занятие № 14. Вычисление определённого интеграла.

Занятие № 15. Несобственный интеграл.

Занятие № 16. Приложения определённого интеграла.

Занятие № 17. Функции нескольких переменных. Экстремум.

Занятие № 18. Дифференциальные уравнения 1-го порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные дифференциальные уравнения.

Занятие № 19. Дифференциальные уравнения 1-го порядка: линейные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения 2-го порядка: однородные уравнения с постоянными коэффициентами.

Занятие № 20. Дифференциальные уравнения 2-го порядка: линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.

Занятие № 21. Комплексные числа. Операции над комплексными числами, алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного.

- Занятие № 22. Дифференцируемые функции комплексного переменного.  
Занятие № 23. Особые точки и вычисление вычетов.  
Занятие № 24. Вычисление интегралов с помощью вычетов.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

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

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Математический анализ» используются современные информационные ресурсы: размещается на образовательном портале комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету, экзамену, задания, вопросы для самоконтроля и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

### **Темы реферативных работ**

1. Математика как универсальный язык и аппарат моделирования задач естествознания.
2. Основные направления использования математики в биологии.
3. История проникновения математических идей и методов в биологию.
4. О роли и задачах математики в биологических исследованиях.
5. О взаимодействии и межпредметных связях курсов математики и биологии.
6. Прикладная направленность школьного курса математики в классах биологического профиля.
7. Об ошибках и некорректном применении математики в биологии.
8. Сущность математического подхода к изучению реального мира.
9. Приложения элементов математики в школьном курсе биологии.

10. Применение функций одной переменной при решении прикладных задач биологии.
11. Приложения интегралов в биологии.
12. Применение пределов в биологии.
13. Предельные циклы в биологических моделях.
14. Применение производных в задачах с биологическим содержанием.
15. Биологические задачи на экстремум.
16. Применение дифференциальных уравнений 1-го порядка в биологии.
17. Применение дифференциальных уравнений 2-го порядка в биологии.
18. Дифференциальные уравнения и их применение в биологии и экологии.
19. Примеры использования функций нескольких переменных в биологии, физике, химии и медицине.
20. Применение математических методов при изучении биологических явлений.
21. Применение математических методов при прогнозировании биологических явлений.
22. Математическое моделирование биологических процессов.
23. Математическое планирование биологических экспериментов.
24. Некоторые задачи математической экологии.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Числовая последовательность. Предел числовой последовательности.
2. Понятие и свойства функций: монотонность, четность, периодичность, ограниченность, обратимость и др.
3. Предел функции. Свойства пределов функции.
4. Предел функции. 1-й и 2-й замечательные пределы.
5. Односторонние и бесконечные пределы.
6. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
7. Непрерывность функции. Точки разрыва.
8. Производная функции, ее геометрический, физический, биологический и химический смыслы. Основные правила дифференцирования.
9. Производная функции. Основные формулы дифференцирования.
10. Дифференциал функции (геометрический, физический и биологический смыслы, свойства, приложения).
11. Производные и дифференциалы высших порядков.
12. Основные теоремы дифференциального исчисления (Ролля, Лагранжа, Коши).
13. Приложения производной функции. Правило Лопиталя-Бернулли.
14. Исследование функций: возрастание и убывание функций, экстремумы функции.
15. Исследование функций: выпуклость, вогнутость функции и точки перегиба.
16. Исследование функций: асимптоты графика функции.
17. Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов.

18. Основные методы интегрирования: метод непосредственного интегрирования.
19. Основные методы интегрирования: метод замены переменной.
20. Основные методы интегрирования: метод интегрирования по частям.
21. Интегрирование некоторых тригонометрических выражений.
22. Интегрирование выражений с квадратным трехчленом в знаменателе.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Определённый интеграл. Определение. Свойства. Геометрический смысл.
2. Основные методы вычисления ОИ.
3. Применение определенного интеграла. Вычисление площадей.
4. Вычисление длин дуг.
5. Вычисление объемов тел и площадей вращения.
6. Несобственный интеграл. Определения и свойства.
7. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность ФНП.
8. Частные производные. Дифференциал ФНП.
9. Ряд Тейлора.
10. Ряд Маклорена.
11. Экстремумы ФНП.
12. Дифференциальные уравнения 1-го порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные дифференциальные уравнения.
13. Дифференциальные уравнения 1-го порядка: линейные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения 2-го порядка: однородные уравнения с постоянными коэффициентами.
14. Дифференциальные уравнения 2-го порядка: линейное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
15. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.
16. Приложения дифференциальных уравнений к решению прикладных задач биологии.
17. Уравнения Бернулли.
18. Уравнения в полных дифференциалах.
19. Комплексные числа. Модуль и аргумент КЧ.
20. Операции над комплексными числами. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного.
21. Формулы Муавра и Эйлера.
22. Извлечение корня комплексного числа.
23. Дифференцирование функции комплексного переменного.
24. Интегрирование ФКП.
25. Криволинейный интеграл.
26. Условия Коши-Римана.
27. Гармонические функции.
28. Аналитические функции.

- 29. Восстановление аналитической функции по ее мнимой(действительной) части.
- 30. Особые точки.
- 31. Вычеты в особых точках.
- 32. Стационарное состояние. Устойчивость стационарного состояния.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название Кафедры                           | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Линейная Алгебра                                              | Кафедра высшей алгебры и защиты информации | нет                                                                                                           | Изменений не требуется<br>(протокол № 18 от 07.06.2023)                                           |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

| №<br>п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
|          |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
теории функций (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой теории функций,  
доктор педагогических наук, профессор \_\_\_\_\_ Н.В. Бровка

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

механико-математического факультета,

доктор физико-математических наук \_\_\_\_\_ С.М. Босяков