

**АВТНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Математический анализ»

Уровень образования: высшее образование – программа специалитета
Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Направленность (профиль): Биоинженерия

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 4 з.е.

2. Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Математический анализ» входит в Блок 1. «Дисциплины (модули)», обязательную часть, раздел «Профессиональная подготовка» и изучается в 3-6 модулях (2, 3 семестр).

3. Цель дисциплины (модуля): сформировать у студентов фундаментальные знания и навыки в области математического анализа, необходимые для решения прикладных задач в биоинженерии, биоинформатике и вычислительной биологии. Курс обеспечивает математическую базу для моделирования биологических процессов, анализа данных и работы с алгоритмами машинного обучения.

4. Задачи дисциплины (модуля):

- Освоение базовых математических концепций для анализа биосистем.
- Применение математического аппарата в биоинженерии и биоинформатике.
- Работа с функциями многих переменных для анализа многомерных биологических данных.
- Подготовка к работе с вычислительными инструментами.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины и их краткое содержание:

Дисциплина «Математический анализ» освещает основные понятия теории функций и математического анализа; формирует представление о функциональной зависимости как ключевом понятии математики, и математическом анализе – как одной из важнейших математических дисциплин; систематизирует и расширяет знания по математическим методам описания и исследования окружающего мира; развивает навыки применения методов математического анализа для решения прикладных задач. Дисциплина ориентирована не только на теоретические основы, но и на их применение в реальных биомедицинских и вычислительных задачах, адаптирована под профессиональные задачи биоинженеров и биоинформатиков,

Дисциплина изучает введение в математический анализ (основные понятия: функции, пределы, непрерывность; асимптоты и их применение в биомоделировании; пределы последовательностей в контексте алгоритмов биоинформатики), дифференциальное исчисление функций одной переменной, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, функции многих переменных, кратные интегралы. Упор будет на прикладные задачи: моделирование биохимических процессов, анализ больших данных, оптимизация алгоритмов. В рамках дисциплины будет проводиться анализ и обработка экспериментальных данных с использованием методов математического анализа.

6. Результаты обучения по дисциплине:

Формируемые компетенции (код компетенции, формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (индикаторы достижения компетенций)
ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ИОПК-2.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использует их в профессиональной деятельности, понимает смысл физических, химических и биологических моделей, явлений и процессов
	ИОПК-2.2 Использует и адаптирует существующие методы математики, физики, химии и биологии для решения прикладных задач в области биоинженерии, биоинформатики

7. Оценочные и методические материалы

7.1. Оценочные материалы для организации текущего контроля

Элемент(ы) контроля: письменные контрольные работы (КР1-КР3).

Форма: письменная, синхронная

Место, время проведения: во время контактной работы, в соответствии с расписанием в присутствии преподавателя (синхронный письменный элемент контроля).

Примеры заданий:

Примерный вариант контрольной работы №1 по теме «Интегрирование в анализе биоданных» и «Интегральное исчисление».

Задание 1. Рост бактериальной популяции в ограниченной среде моделируется логистическим уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

Где $N(t)$ – число клеток, r – скорость роста, K – емкость среды.

а) Найти аналитическое решение $N(t)$, если $N(0) = N_0$

б) рассчитать время, за которое популяция достигнет 90% от K , при $r = 0.5\text{ч}^{-1}$, $K = 10^6$ клеток, $N_0 = 10^3$

Задание 2. Неопределённый и определённый интеграл:

- Вычислите интеграл:

$$\int \frac{2x + 1}{x^2 + x - 6} dx$$

- Как интегралы применяются для расчёта площади под кривой в анализе хроматографических пиков?

Задание 3. Дайте определение производной функции и объясните её физический смысл. Как производная применяется для анализа скорости изменения концентрации метаболитов в клетке?

Примерный вариант контрольной работы №2 по теме «Вероятностные приложения» и «Дифференциальные уравнения».

Задание 1. Время до деления клетки подчиняется экспоненциальному распределению с параметром $\lambda = 0.2 \text{ мин}^{-1}$, $\lambda = 0.2 \text{ мин}^{-1}$.

а) Найти вероятность того, что клетка разделится в интервале от 3 до 5 минут.

б) Рассчитать среднее время до деления.

Задание 2.

- Решите уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = ky(1 - y), \quad y(0) = 0.1$$

- Какие биологические процессы описываются логистическим уравнением? Приведите пример.

Задание 3. Сформулируйте теорему Ферма и теорему Лагранжа. Приведите пример их использования для поиска оптимальных условий в биотехнологическом процессе (например, температура для максимальной активности фермента).

Критерии оценки:

1. Количество верно решенных заданий и полнота ответа на теоретический вопрос (0-4),
2. Полнота решения и обширные дополнительные знания по рассматриваемой теме (0-4)
3. Оригинальность решения (0-2).

Возможность и условия повторной сдачи элемента(ов) контроля: 1-я передача до промежуточной аттестации, 2-я передача в промежуточную аттестацию. Передача может проводиться не более двух раз.

Элемент(ы) контроля: доклад (Д).

Форма: устная, синхронная

Место, время проведения: во время контактной работы, в соответствии с расписанием в присутствии преподавателя (устный элемент контроля).

Примеры тем:

Дифференциальные уравнения в биомедицине.
Диффузия кислорода в тканях (уравнение Фика).

Оптимизация параметров ПЦР-реакции.

Обработка изображений в микроскопии.

Анализ времени жизни клеток с помощью экспоненциального распределения.

Математические основы Machine Learning в биоинформатике.

Критерии оценки: в рамках доклада обучающийся должен продемонстрировать и защитить решение рассматриваемой задачи, проблематики, представлена визуализация, отражено четкое изложение математического аппарата, обоснована связь с биологическим контекстом.

Критерии оценки:

1. Структура и логика доклада, связь с биологическим контекстом — до 4 баллов.

2. Четкое изложение математического аппарата — до 3 баллов.

3. Ответы на вопросы, аргументация — до 3 баллов.

Возможность и условия повторной сдачи элемента(ов) контроля: 1-я пересдача до промежуточной аттестации, 2-я пересдача в промежуточную аттестацию. Пересдача может проводиться не более двух раз.

7.2. Оценочные материалы для организации промежуточной аттестации

- Форма проведения: письменная (синхронная), в очном формате в зависимости от расписания. Проведение осуществляется в рамках зачетной недели во втором и третьем семестре (4 и 6 модуль дисциплины соответственно).
- Место проведения: учебная аудитория

Пример экзаменационного задания:

1. История развития математического анализа: от Ньютона до современности.
2. Дайте определение производной функции в точке. Какой геометрический смысл имеет производная?
3. Вычислите предел:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(3x)}{5x}$$

4. Найдите производную функцию

$$f(x) = \ln\left(\frac{x^2 + 1}{e^x}\right)$$

5. Исследуйте функцию на монотонность и экстремумы:

$$f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x + 1$$

6. Вычислите интеграл:

$$\int \frac{2x + 3}{x^2 + 4} dx$$

Критерии оценивания:

- Теоретическая часть (макс. 19 баллов):
- За каждый верный ответ – до 5 баллов.
- Владение профессиональной терминологией — до 4 баллов.
- Полнота и аргументация ответов — до 5 баллов;
- Практическая часть (макс. 35 баллов):
- Корректность выполнения задания (Задача 1) – до 5 баллов
- Корректность выполнения задания (Задача 2) – до – 7 баллов,
- Корректность выполнения задания (Задача 3) – до – 7 баллов,

- Корректность выполнения задания (Задача 4) – до 7 баллов,
Максимальное количество баллов за экзамен — 45.

7.3. Методические рекомендации

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (практические занятия) и в ходе самостоятельной работы студентов. Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Обучение по дисциплине проводится последовательно путем проведения практических занятий с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. Получение углубленных знаний по изучаемой дисциплине достигается за счет дополнительных часов к аудиторной работе самостоятельной работы студентов. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с дополнительной научной литературой по проблематике дисциплины, анализа научных концепций и современных подходов к осмыслению рассматриваемых проблем. К самостоятельному виду работы студентов относится работа в библиотеках, в электронных поисковых системах и т.п. по сбору материалов, необходимых для проведения практических занятий или выполнения конкретных заданий преподавателя по изучаемым темам. Обучающиеся могут установить электронный диалог с преподавателем, выполнять посредством него контрольные задания.