

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«31» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математический анализ

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

04.03.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:

«Общая химия»

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №2 от 14.05.2021)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.03.01 «Химия» (программа бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки от 17 июля 2017 г. №671.

Год (годы) приема на обучение 2021/2022

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: базовая часть ОПОП

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4.Б. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.Б.3 Предлагает математические и (или) физические модели, используемые при представлении химических процессов	Знать: основные понятия и теоремы математического анализа Уметь: решать задачи математического анализа, используя эти основные понятия; Владеть: аппаратом дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных Иметь опыт решения типовых математических задач, в том числе, имитирующих реальные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в практике химических исследований

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 16 зачетных единицы, всего 576 часов, из которых 448 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (144 часа занятия лекционного типа, 288 часов занятия семинарского типа, 16 часов – промежуточный контроль успеваемости), 128 часов составляет самостоятельная работа студента

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.
Обучающийся должен знать: математику в объеме средней школы.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (*)	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Введение в анализ и теория действительных чисел	23	10	8				18			5
теория пределов, непрерывность функции одной переменной	50	22	18				40			10
Дифференциальное исчисление функций одной переменной	64	24	30				54			10
Неопределённый интеграл	15	6	6				12			3
Определённый интеграл	26	16	4				20			6
Несобственные интегралы	17	6	8				14			3
Дифференциальное исчисление функций многих переменных	46	22	14				36			10
Числовые ряды	19	8	6				14			5
Функциональные ряды	15	6	6				12			3

Степенные ряды	16	4	6				10			6
Дифференциальные уравнения	23	8	10				18			5
Линейные дифференциальные уравнения	28	12	10				22			6
Двойной и тройной интегралы	19	6	10				16			3
Криволинейные и поверхностные интегралы	50	22	18				40			10
Элементы теории поля	21	8	8				16			5
Промежуточная аттестация <u>экзамен, зачет</u>	144			8		16	24			120
Итого	576	180	162	8		16	366			210

(*) текущий контроль успеваемости осуществляется в рамках занятий семинарского типа

6. Образовательные технологии:

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Курс обеспечен электронными конспектами лекций, доступными на сайте факультета

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/chirskii/welcome.html>

В процессе самостоятельной работы должны формироваться самостоятельность мышления, способности к самообразованию и самосовершенствованию, умения по применению стандартных подходов решения математических задач к реальным проблемам химии.

Примеры домашних заданий

1 семестр

1. Вычислить предел: $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + \sin x)^{1/x}$.
2. Исследовать на непрерывность функцию: $y = e^{1/(x+1)}$.
3. Вычислить производную функции: $y = x^{\sqrt{x}} + \arctg(\ln x) + \ln(\arctg x)$.
4. Написать уравнение касательной и нормали к кривой $y = x^3 + 2x^2 - 4x - 3$ в точке $(-2; 5)$.
5. Построить график функции: $y = \frac{8}{x\sqrt{x^2 - 4}}$

2 семестр

1. Найти интеграл $\int \ln x dx$
2. Вычислить интеграл $\int_0^{\pi/2} (\sin t)^2 dt$
3. Исследовать сходимость интеграла $\int_0^{\infty} \frac{x dx}{\sqrt{x^2 + 1}}$
4. Найти $d^2(e^{xy^2})$
5. Найти экстремумы функции $z = e^{x-y}(x^2 - 2y^2)$
6. Найти экстремум функции $z = x + 2y$ при условии $x^2 + y^2 = 5$

3 семестр

1. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \ln \frac{n^2 + 1}{n^2}$?
2. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \sin \frac{1}{\sqrt{n}}$?
3. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 2^{n-1} \frac{x^{2n-1}}{(4n-3)^2}$.
4. Разложить \sqrt{x} в ряд по степеням $x - 4$.
5. Разложить в ряд Фурье в интервале $(-\pi, \pi)$ функцию $\sin ax$.
6. Решить уравнение $xy' + y = e^x$.
7. Указать вид частного решения уравнения $y'' + 2y' + y = e^{2x}$.

4 семестр

1. Вычислить $\iint_D \sqrt{a^2 - x^2 - y^2} dx dy$, где D — ограничена кривой $(x^2 + y^2)^2 = a^2(x^2 - y^2), x \geq 0$.

2. Вычислить объём тела, ограниченного поверхностями, заданными уравнениями: $z = x + y, z = xy, x + y = 1, x = 0, y = 0$.

3. Преобразовать интеграл .

$$\int_0^{2\pi} dx \int_{-\sqrt{2ax-x^2}}^{\sqrt{2ax-x^2}} dy \int_0^{\sqrt{4x^2-x^2-y^2}} dz$$

к цилиндрическим координатам и вычислить.

4. Вычислить $\int_C y^2 ds$, где $C: x = a(t - \sin t), y = a(1 - \cos t), 0 \leq t \leq 2\pi$.

5. Вычислить $\int_C (y - z)dx + (z - x)dy + (x - y)dz$, где $x = a \cos t, y = a \sin t, z = bt, 0 \leq t \leq 2\pi$.

6. Найти площадь, ограниченную кривой: $x = a(\cos t)^3, y = a(\sin t)^3, 0 \leq t \leq 2\pi$.

7. Вычислить $\iint_S yz dy \wedge dz + xz dz \wedge dx + xy dx \wedge dy$,

где S — внешняя сторона тетраэдра, ограниченного плоскостями $x = 0, y = 0, z = 0, x + y + z = a$.

8. Вычислить

$$\oint_C (y + z)dx + (z + x)dy + (x + y)dz,$$

где C — окружность:

$$x^2 + y^2 + z^2 = a^2, x + y + z = 0.$$

9. Имеет ли потенциал векторное поле:

$$\vec{F} = yz\vec{i} + zx\vec{j} + xy\vec{k} ?$$

Литература для углубленной подготовки:

1. В.А.Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов. Математический анализ, т.1,2.М.: Изд.Моск.ун-та, 1985
2. Г.И. Архипов, В.А. Садовничий, В.Н. Чубариков. Лекции по математическому анализу. М.: Высшая школа, 2000.
3. В.Г. Скатецкий, Д.В. Свиридов, В.И. Яшкин. Математические методы в химии. Мн.:Тетрасистемс, 2006.-368 с.
4. А.И. Козко и др. Математические методы решения химических задач.-М.: «Академия».-2013.-367 с.
5. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.-М.:УРСС.2006.

6. И.И. Баврин. Краткий курс высшей математики. М.: Физматлит.- 2003.-327с.
7. Б.П. Демидович, В.П. Моденов. Дифференциальные уравнения. С.Пб.: Иван Фёдоров.-2003.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. В.И. Гаврилов, Ю.Н. Макаров, В.Г. Чирский. Математический анализ. М.: «Академия».-2013.-336 с.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа . т1, т.2. Издания 1999, 2001, 2002 гг.
3. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. Издания 1990, 2005 и 2018 гг.

Дополнительная литература

1. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа, т.1,2. Издания 1998, 2002, 2005.
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа, т.1,2. Издания 2003 и 2014 гг.
3. Рыбников А.К. Начальные понятия математического анализа. 2003
4. Гусак А.А. Справочное пособие к решению задач: Математический анализ и дифференциальные уравнения. 1998

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

д.ф.-м.н., профессор Чирский В.Г.,
к.ф.-м.н., доцент Макаров Ю.Н.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п2.

Примерный список вопросов для проведения текущей аттестации.

1 семестр.

Раздел «Введение в анализ» - построение эскизов графиков функций.

Раздел «Предел и непрерывность» - вычисление пределов последовательности, функции, исследование функций на непрерывность.

Раздел « Дифференциальное исчисление функций одной переменной» - вычисление производных, дифференциалов, вычисление пределов по правилу Лопиталья и с использованием формулы Тейлора, построение графиков функций с исследованием, решение практических задач на экстремум.

2 семестр.

Раздел «Неопределённый интеграл» - вычисление неопределённых интегралов, используя табличные интегралы, сведение к интегралу от рациональной функции, методы замены переменной и интегрирования по частям.

Раздел «Определённый интеграл»- вычисление определённых интегралов и прикладных задач, сводящихся к интегралу.

Раздел «Несобственный интеграл» - вычисление несобственных интегралов и установление их сходимости.

Раздел «Функции нескольких переменных»-вычисление частных производных, дифференциалов. Исследование функций на экстремум. Вычисление производных неявно заданных функций и условных экстремумов.

3 семестр

Раздел «Числовые ряды»- исследование сходимости ряда, исследование ряда на абсолютную или условную сходимость.

Раздел «Функциональные ряды» - исследование равномерной сходимости функциональной последовательности, ряда. Нахождение сумм рядов. Разложение функций в ряд Фурье.

Раздел «Степенные ряды»- определение радиуса и области сходимости степенного ряда. Разложения функций в степенные ряды. Нахождение сумм рядов.

Раздел «Дифференциальные уравнения»- решение уравнений с разделяющимися переменными, однородных уравнений, линейных уравнений. Понижение порядка уравнения. Линейные уравнения. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.

4 семестр

Раздел «Двойной и тройной интегралы» - расстановка пределов интегрирования, использование полярных, цилиндрических и сферических координат при вычислении интегралов.

Раздел «Криволинейные и поверхностные интегралы» - вычисление криволинейных интегралов первого и второго типа, использование формулы Грина. Вычисление поверхностных интегралов первого и второго типа. Использование формул Остроградского и Стокса.

Раздел «Элементы теории поля» - вычисление градиентов, дивергенции, потоков, циркуляций в задачах, связанных с теорией поля.

Примерный перечень задач к зачёту: 1 семестр

- 1 Вычислить предел: $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + \arcsin 2x)^{-1/x}$.
- 2 Исследовать на непрерывность функцию: $y = \begin{cases} a, & \text{при } x = 0, \\ \log \frac{1 - e^{x^2}}{(1 + 5x^2)^7}, & \text{при } x \neq 0. \end{cases}$
- 3 Вычислить производную функции: $y = x^{\sin x} + \ln(\arctg x)$.
- 4 Написать уравнение касательной и нормали к кривой $y = 2x^3 + 3x^2 - 4x - 6$ в точке $(-1; -1)$.
- 5 Построить график функции: $y = \frac{\ln x}{\sqrt{x}}$

Примерный перечень задач к зачёту 3 семестр

1. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{1}{n^2}$?
2. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\ln n}{n}$?
3. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 2^n \sin \frac{x}{2^n}$.
4. Разложить e^x в ряд по степеням $x + 2$.
5. Разложить в ряд Фурье в интервале $(-\pi, \pi)$ функцию x^2 .
6. Решить уравнение $y' + 2 \frac{y}{x} = x^3$.
7. Указать вид частного решения уравнения $y'' - 4y = x^2 e^x$.

Вопросы экзамена 1 семестр

1. Множества и операции над ними.
2. Декартово произведение множеств, бинарные отношения.
3. Отображения и их свойства.
4. Множество действительных чисел. Аксиома отделимости.

5. Верхние и нижние грани. Стягивающиеся отрезки.
6. Предельные точки.
7. Приближённые вычисления.
8. Предел последовательности. Бесконечно малые последовательности. Арифметические свойства предела.
9. Предельный переход в неравенствах. Предел монотонной ограниченной последовательности.
10. Число e .
11. Критерий Коши существования предела последовательности.
12. Непрерывность функции. Свойства непрерывных функций.
13. Определение предела функции, арифметические свойства предела, предельный переход в неравенствах.
14. Вычисление $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$
15. Предел монотонной ограниченной функции. Непрерывность элементарных функций.
16. Символы o, O . Вычисление пределов $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+x)}{x}, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x}, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^\mu - 1}{x} \dots$
17. Промежуточные значения непрерывной на отрезке функции.
18. Ограниченность непрерывной на отрезке функции.
19. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.
20. Производная, её естественнонаучный смысл и основные свойства.
21. Производные элементарных функций, обратной функции, сложной функции, параметрически заданной функции.
22. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала.
23. Производные и дифференциалы высших порядков.
24. Теоремы Ферма, Ролля. Необходимые условия экстремума.
25. Теоремы Лагранжа и Коши. Критерий постоянства функции на отрезке.
26. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.
27. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
28. Разложения функций $e^x, \sin x, \cos x, \ln(1+x), (1+x)^\mu$.
29. Правила Лопиталю.
30. Монотонность функции. Достаточные условия экстремума функции.
31. Выпуклость графика функции.
32. График изотермы газа Ван-дер Ваальса. График межмолекулярного потенциала Леннарда-Джонса.

Вопросы экзамена 2 семестр

1. Неопределённый интеграл и его основные свойства. Таблица неопределённых интегралов.
2. Интегрирование рациональных функций.
3. Бимолекулярная реакция.
4. Интегрирование некоторых иррациональных функций и некоторых тригонометрических функций.
5. Площадь плоской фигуры. Определённый интеграл.
6. Суммы Дарбу и их свойства.
7. Критерий интегрируемости.
8. Интегрируемость монотонной функции. Интегрируемость непрерывной функции.
9. Свойства определённого интеграла.
10. Интеграл с переменным верхним пределом.
11. Вычисление определённых интегралов.
12. Приложения интеграла: объём тела.
13. Приложения интеграла: длина дуги кривой и площадь поверхности вращения.
14. Несобственные интегралы и обобщение понятия площади плоской фигуры. Сходимость интегралов $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^p}$, $\int_0^1 \frac{dx}{x^q}$.
15. Теоремы о сравнении для несобственных интегралов от неотрицательных функций.
16. Абсолютно сходящиеся интегралы. Условно сходящиеся интегралы.
17. Формулы приближённого интегрирования.
18. Пространство \mathbb{R}^n , множества в нём.
19. Функции, отображения, их пределы и непрерывность.
20. Дифференцируемость функций нескольких переменных. Частные производные.
21. Достаточные условия дифференцируемости функции.
22. Дифференциал. Производная сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.
23. Касательная плоскость.
24. Производная по направлению. Градиент.
25. Производные и дифференциалы высших порядков.
26. Формулы Тейлора.
27. Экстремумы функций нескольких переменных.
28. Метод наименьших квадратов.
29. Неявная функция.
30. Система неявных функций (без док-ва)
31. Условный экстремум.

32. Распределение Больцмана.

Вопросы экзамена 3 семестр

1. Числовые ряды. Критерий Коши сходимости. Свойства сходящихся рядов.
2. Ряды с неотрицательными членами. Теоремы сравнения. Признаки Даламбера, Коши. Признак Гаусса (без доказательства).
3. Интегральный признак сходимости. Сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n^p$.
4. Абсолютная сходимость. Свойства абсолютно сходящихся рядов.
5. Условная сходимость. Теорема Лейбница.
6. Равномерная сходимость функциональной последовательности, ряда. Признак Вейерштрасса.
7. Непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда из непрерывных функций. Почленное интегрирование и дифференцирование ряда.
8. Степенные ряды. Радиус сходимости. Непрерывность суммы. Почленное интегрирование и дифференцирование.
9. Разложение элементарных функций в степенные ряды.
10. Ортогональные системы функций. Тригонометрические ряды Фурье. Теорема о сходимости (без док-ва).
11. Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение $y' = f(x, y)$. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши (без док-ва). Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения. Простейшие дифференциальные уравнения химической кинетики. Уравнения вида $y' = f\left(\frac{ax+by+c}{kx+ly+m}\right)$.
12. Линейное дифференциальное уравнение первого порядка. Уравнение Бернулли.
13. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения, не разрешённые относительно производной. Уравнение Лагранжа, уравнение Клеро.
14. Дифференциальные уравнения n -го порядка. Задача Коши для уравнения $y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)})$. Понижение порядка дифференциального уравнения.
15. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Свойства линейного однородного дифференциального уравнения n -го порядка.
16. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского.
17. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения n -го порядка.
18. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -го порядка. Принцип суперпозиции решений. Метод вариации постоянных.
19. Линейное однородное дифференциальное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Общее решение.

20. Метод неопределённых коэффициентов для нахождения частного решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

Вопросы экзамена 4 семестр

1. Двойной интеграл, его основные свойства
2. Вычисление двойного интеграла
3. Двойной интеграл в полярных координатах. Вычисление интеграла

$$\int_0^{+\infty} e^{-x^2} dx$$
4. Тройной интеграл, его основные свойства. Вычисление тройного интеграла
5. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах
6. Криволинейный интеграл 1-го типа
7. Криволинейный интеграл 2-го типа
8. Формула Грина
9. Условия независимости криволинейного интеграла от формы пути на плоскости
10. Признак полного дифференциала на плоскости
11. Площадь поверхности, заданной явным уравнением
12. Интегралы по поверхности 1-го типа
13. Двусторонние поверхности
14. Интегралы по поверхности 2-го типа
15. Формула Остроградского. Её векторная запись
16. Формула Стокса. Её векторная запись
17. Скалярные и векторные поля, Определение и основные свойства $grad$, div , rot , потока и циркуляции
18. Соленоидальное поле. Векторная трубка в нём. Потенциальное поле

Примерный перечень задач к зачёту: 1 семестр

- 6 Вычислить предел: $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + \arcsin 2x)^{1/x}$.

$$y = \begin{cases} a, & \text{при } x = 0, \\ \log \frac{1 - e^{x^2}}{(1 + 5x^2)^7}, & \text{при } x \neq 0. \end{cases}$$

- 7 Исследовать на непрерывность функцию:

- 8 Вычислить производную функции: $y = x^{\sin x} + \ln(\operatorname{arctg} x)$.
- 9 Написать уравнение касательной и нормали к кривой $y = 2x^3 + 3x^2 - 4x - 6$ в точке $(-1; -1)$.
- 10 Построить график функции: $y = \frac{\ln x}{\sqrt{x}}$

Примерный перечень задач к зачёту 3 семестр

8. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{1}{n^2}$?
9. Сходится ли ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\ln n}{n}$?
10. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 2^n \sin \frac{x}{2^n}$.
11. Разложить e^x в ряд по степеням $x + 2$.
12. Разложить в ряд Фурье в интервале $(-\pi, \pi)$ функцию x^2 .
13. Решить уравнение $y' + 2\frac{y}{x} = x^3$.
14. Указать вид частного решения уравнения $y'' - 4y = x^2 e^x$.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение

Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач
-------------------	--------------------	---------------------------	--	--

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: основные понятия и теоремы математического анализа	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь: решать задачи математического анализа, используя эти основные понятия;	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть: аппаратом дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных Иметь опыт решения типовых математических задач, в том числе, имитирующих реальные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в практике химических исследований	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене