

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математический анализ

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки (специальность):

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Аналитическая химия, Биоорганическая химия, Высокомолекулярные соединения, Коллоидная химия, Лазерная химия, Медицинская химия и тонкий органический синтез, Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии, Неорганическая химия, Нефтехимия, Органическая химия, Радиохимия, Физическая химия, Фундаментальная и прикладная энзимология, Химия молекулярных и ионных систем, Химическая кинетика, Химия высоких энергий, Химия и технология веществ и материалов, Химия твердого тела, Электрохимия

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Математический анализ**
2. Уровень высшего образования – **специалитет**.
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4.С. Способность создавать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты	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
ОПК-6.С. Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области физики и математики	Иметь опыт решения типовых математических задач, в том числе, имитирующих реальные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в практике химических исследований

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 16 зачетных единиц, всего 576 часов, из которых 366 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (180 часов занятия лекционного типа, 162 часа занятия семинарского типа, 8 часов - групповые консультации, 16 часов – промежуточный контроль успеваемости), 210 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттеста-	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	24	10	8							4
теория пределов, непрерывность функции одной переменной	46	22	18							10
Дифференциальное исчисление функций одной переменной	48	24	30							10
Неопределённый интеграл	32	6	6							2
Определённый интеграл	38	16	4							6
Несобственные интегралы	34	6	8							2
Дифференциальное исчисление функций многих переменных	76	22	14							10
Числовые ряды	20	8	6							4
Функциональные ряды	18	6	6							2
Степенные ряды	14	4	6							6

Дифференциальные уравнения	28	8	10						4
Линейные дифференциальные уравнения	26	12	10						6
Двойной и тройной интегралы	30	6	10						2
Криволинейные и поверхностные интегралы	54	22	18						10
Элементы теории поля	24	8	8						4
Промежуточная аттестация <u>экзамен, зачет</u>				8		16			128
Итого	576	180	162	8		16	366		210

9. Образовательные технологии:

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

10. 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.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. В.И. Гаврилов, Ю.Н. Макаров, В.Г. Чирский. Математический анализ. М.: «Академия».-2013.-336 с.
2. И.И. Баврин. Краткий курс высшей математики.М.: Физматлит.- 2003.-327с.

3. Г.С. Бараненков, Б.П. Демидович, В.А. Ефименко и др. Задачи и упражнения по математическому анализу для вузов.-М.: Астрель.-2008.-495с.
4. Б.П.Демидович, В.П. Моденов. Дифференциальные уравнения. С.Пб.: Иван Фёдоров.-2003.
5. Л.Д.Кудрявцев. Краткий курс математического анализа, т.1,2. М.: Альфа, 1998.

Дополнительная литература

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.

12. Язык преподавания – русский

13. 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 промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

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 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+x)}{x}, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x}, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^\mu - 1}{x}$..
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

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

$$y = \begin{cases} a, & \text{при } x=0, \\ \frac{1-e^{x^2}}{\log_7(1+5x^2)}, & \text{при } x \neq 0. \end{cases}$$

2 Исследовать на непрерывность функцию:

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 $\sum_{n=1}^{\infty} 2^n \sin \frac{x}{3^n}$.
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 $y'' - 4y = x^2 e^x$.

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