

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.06.2025 15:39:30
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б. В. Пекаревский
«26» апреля 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ХИМИИ И БИОХИМИИ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленности программы бакалавриата

**Физическая химия,
Химия твердого тела и химия материалов**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **информационных технологий и управления**
Кафедра **математики**

Санкт-Петербург
2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		д.ф.-м.н. А. А. Груздков

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в химии и биохимии»
обсуждена на заседании кафедры математики
Протокол от « 11 » апреля 2019 № 7
Заведующий кафедрой

А. А. Груздков

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и
управления
протокол от «24 » апреля 2019 № 8
Председатель к.т.н.

В. В. Куркина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С. Г. Изотова
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник УМУ		С. Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	7
4.3 Занятия семинарского типа	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	9
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	10
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	10
Фонд оценочных средств	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3 Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий	ПК-3.В.07.1 Владение математическими знаниями необходимыми при решении задач химии	Знать: основные формулы и методы векторного анализа (ЗН-1); Уметь: рассчитывать физические характеристики методами векторного анализа (У-1). Владеть: навыками применения формул векторного анализа к прикладным задачам (Н-1)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части базового цикла. Код дисциплины по учебному плану Б1.В.07. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5-ом семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математические методы в химии и биохимии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Математические методы исследования динамических систем», «Уравнения математической физики», «Физическая химия», «Физико-химические основы процессов и аппаратов в химической технологии», «Основы термодинамики неравновесных процессов» и ряда других, а также в научно-исследовательской работе.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	63
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	..
курсовое проектирование (КР или КП)	..
КСР	9
другие виды контактной работы	..
Самостоятельная работа	45
Контроль	
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 Кр, РГР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Криволинейные и поверхностные интегралы	8	16	0	15	ПК-3
2.	Интегральные формулы векторного анализа. Элементы теории поля.	10	20	0	30	ПК-3
	Итого	18	36	0	45	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-3.В.07.1	Криволинейные и поверхностные интегралы.
2	ПК-3.В.07.1	Интегральные формулы векторного анализа. Элементы теории поля.

4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Криволинейные интегралы 1 рода. Задача о массе дуги. Теорема существования. Свойства и вычисление криволинейных интегралов 1 рода.	2	
1	Криволинейные интегралы 2 рода. Задача о работе переменной силы на криволинейном пути. Теорема существования. Свойства и вычисление криволинейных интегралов 2 рода. Связь криволинейных интегралов 1 и 2 рода.	2	
1	Поверхностные интегралы 1 рода. Теорема существования. Свойства и вычисление поверхностных интегралов 1 рода.	2	
1	Ориентация поверхностей. Поверхностные интегралы 2 рода. Теорема существования. Свойства и вычисление поверхностных интегралов 2 рода. Связь поверхностных интегралов 1 и 2 рода.	2	
2	Скалярные и векторные поля. Циркуляция векторного поля. Формула Грина.	2	
2	Поток векторного поля, его физический смысл. Дивергенция. Формула Остроградского-Гаусса, ее векторная форма. Физический смысл дивергенции.	2	
2	Источники векторного поля. Формула Стокса. Физический смысл циркуляции.	2	
2	Специальные векторные поля. Условия потенциальности поля. Восстановление функции по ее полному дифференциалу	2	
2	Понятие о соленоидальных полях. Операторы Гамильтона и Лапласа	2	
Итого		18	-

4.4 Занятия семинарского типа

4.4.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Криволинейные интегралы первого рода. Вычисление, свойства, приложения.	4	-
1	Криволинейные интегралы второго рода. Вычисление, свойства, приложения.	4	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион ная форма
1	Поверхностные интегралы первого рода. Вычисление, свойства, приложения.	4	-
1	Поверхностные интегралы второго рода. Вычисление, свойства, приложения.	4	
2	Скалярные и векторные поля. Градиент скалярного поля. Ротор и дивергенция векторного поля.	6	-
2	Формула Грина, Стокса, Остроградского-Гаусса.	6	-
2	Специальные векторные поля. Восстановление потенциала векторного поля.	4	-
2	Дифференциальные операторы второго порядка.	4	
	Итого	36	-

4.4.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	не предусмотрены		

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Криволинейные и поверхностные интегралы. Подготовка к контрольной работе.	15	Кр, вопросы к зачёту
2	Интегральные формулы векторного анализа. Подготовка к контрольной работе.	15	РГР, вопросы к зачёту
2	Элементы теории поля. Выполнение РГР.	15	Кр, вопросы к зачёту
	Итого	45	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов и одно практическое задание, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Гаврилов, В. Р. Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля: Учебник для вузов / В. Р. Гаврилов, Е. Е. Иванова, В. Д. Морозова; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 491 с.
2. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим специальностям / Н. А. Берков [и др.]. - СПб.; М.; Краснодар: Лань. - Ч. 3: Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации / Под ред.: В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. - 2-е изд., испр. - 2013. — 528 с.

б) электронные учебные издания:

1. Груздков, А. А. Формула Стокса: метод. указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко. — СПб., 2012. — 49 с. (ЭБ)
2. Груздков, А. А. Формула Остроградского-Гаусса: метод. указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко. — СПб., 2014. — 26 с. (ЭБ)
3. Груздков, А. А. Формула Грина: метод. указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко, Т. В. Слободинская. — СПб., 2016. — 33 с. (ЭБ)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань» <http://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Математические методы в химии и биохимии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов являются:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1. Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение

При выполнении РГР студенты используют пакет прикладных программ Mathcad.

10.3. Информационные справочные системы

Информационно-справочная система «Wolframalpha»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории кафедры математики.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный 16 персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Математические методы в химии и биохимии»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-3	Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
ПК-3.В.07.1 Владение математическими знаниями необходимыми при решении задач химии	Знает основные формулы и методы векторного анализа (ЗН-1).	Ответы на вопросы №№ 1-25 к зачёту.	Знает определение основных понятий векторного анализа и формулировки базовых теорем.
	Умеет рассчитывать физические характеристики методами векторного анализа (У-1).	Кр №1, Кр № 2, РГР	Определяет физические характеристики, вычисляя криволинейные и поверхностные интегралы, интегральные формулы векторного анализа. Правильно применяет дифференциальные операторы к заданным векторным полям.
	Владеет навыками применения формул векторного анализа к прикладным задачам (Н-1)	Ответы на вопросы №№ 2, 4, 10, 11, 13, 16, 17 19, 20 к зачёту, РГР.	Определяет искомые характеристики, правильно вычисляя криволинейные и поверхностные интегралы или верно применяя формулы векторного анализа.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Вопросы к зачёту

1. Криволинейные интегралы первого рода, теорема существования, свойства.
2. Задача о массе дуги. Вычисление криволинейных интегралов первого рода.
3. Криволинейные интегралы второго рода, теорема существования, свойства.
4. Задача о работе переменной силы на криволинейном пути.
5. Вычисление криволинейных интегралов второго рода.
6. Связь криволинейных интегралов первого и второго рода.
7. Поверхностные интегралы первого рода, теорема существования, свойства, вычисление.
8. Поверхностные интегралы второго рода, теорема существования, свойства, вычисление.
9. Связь поверхностных интегралов первого и второго рода.
10. Вычисление статических моментов и координат центров масс дуг и поверхностей.
11. Скалярные и векторные поля. Векторные производные. Циркуляция и поток векторного поля, их физический смысл.
12. Формула Грина.
13. Вычисление площади плоской области с помощью криволинейного интеграла.
14. Формула Остроградского-Гаусса.
15. Дивергенция векторного поля, инвариантное определение дивергенции.
16. Физический смысл дивергенции.
17. Вычисление объема тела с помощью поверхностного интеграла.
18. Формула Стокса.
19. Ротор векторного поля. Геометрический и физический смысл ротора.
20. Потенциальные векторные поля, условия потенциальности поля.
21. Независимость криволинейных интегралов второго рода от пути интегрирования.
22. Восстановление функции по ее полному дифференциалу.
23. Соленоидальные векторные поля.
24. Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

3.2 Состав контрольных работ

Типовой вариант контрольной работы № 1

ВАРИАНТ 1

1. Вычислить массу кривой $\Gamma: y = x^2$ от точки $(0; 0)$ до точки $(2; 4)$, если плотность равна $\mu(x, y) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + 3y + 1}}$.
2. Вычислить работу переменной силы $\vec{F}(M) = (x + 2y)\vec{i} + (x - y)\vec{j}$ на криволинейном пути $\Gamma: \begin{cases} x = 2 \cos t, \\ y = 2 \sin t, \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \pi$.
3. Вычислить: $\iint_{\sigma} (2x + 3y + 2z) dS$, $\sigma: x + 3y + z = 3$ в первом октанте.
4. Найти поток векторного поля $\vec{F}(M) = x\vec{i} + y\vec{j} - k\vec{k}$ через часть поверхности $z^2 = x^2 + y^2$, отсеченную плоскостью $z = 5$ в направлении внешней нормали.

ВАРИАНТ 2

1. $\int_{\Gamma} xy dl$, $\Gamma: \begin{cases} x = a \cos^3 t, \\ y = a \sin^3 t. \end{cases}$
2. Вычислить, $\int_{\Gamma} (x^4 4xy^3) dx + (6x^2 y^2 - 5y^4) dy$, где Γ - отрезок прямой AB .
 $A(-2; -1)$, $B(3; 0)$.
3. Вычислить массу части поверхности $\sigma: 2z = x^2 + y^2$, отсеченной плоскостью $z = 9$, если плотность равна $\mu(x, y, z) = \frac{1}{\sqrt{1 + 2z}}$.
4. Вычислить: $\iiint_{\sigma} x dy dz + 3y dy dz + 2z dy dz$, если $\sigma: 2x + 3y + z = 6$ в первом октанте, в направлении нормали, образующей острый угол с осью Oz .

Типовой вариант контрольной работы № 2

1. Вычислите градиент скалярного поля в указанной точке.
 $U(x, y, z) = \frac{yz^2}{x^2}, \quad M_0 \left(\sqrt{2}; \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$
2. Проверьте, будет ли соленоидальным данное векторное поле
 $\vec{F}(x, y, z) = (x^2 y + y^3) \vec{i} + (zx^3 - xy^2) \vec{j} + (x - y) \vec{k}$.
3. Проверьте, будет ли потенциальным векторное поле. Если да, то восстановите его потенциал
 $\vec{F}(x, y, z) = (2x + yz) \vec{i} + (2y + xz) \vec{j} + (2z + xy) \vec{k}$

3.3 Содержание расчётно-графической работы (типовой вариант)

1. Вычислите циркуляцию векторного поля по периметру треугольника, являющегося пересечением плоскости (p) с координатными плоскостями двумя способами — непосредственно и по формуле Стокса. Считать, что положительное направление ротора образует острый угол с осью Oz :

$$\vec{a} = z\vec{i} + (x + y)\vec{j} + y\vec{k}, \quad (p): 2x + y + 2z = 2$$

2. Вычислите циркуляцию плоского векторного поля по контуру, проходимому в положительном направлении двумя способами — непосредственно и по формуле Грина

$$\vec{F}(x, y) = (x + 3y)\vec{i} + x^2\vec{j}, \quad \Gamma: y = x^2 + 5x + 1, y = x + 1$$

3. Вычислите поток векторного поля через полную поверхность пирамиды, ограниченную плоскостью P и координатными плоскостями непосредственно и по формуле Остроградского-Гаусса:

$$\vec{a} = 3x\vec{i} + (y + z)\vec{j} + (x - z)\vec{k}, \quad P: x + 3y + z = 3$$

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.