

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«_____» _____ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ХИМИИ МАТЕРИАЛОВ

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия материалов

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **математики**

Санкт-Петербург

2023

Б1.В.04

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины...	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия	09
4.4.2. Лабораторные занятия.....	10
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	14

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

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2 Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами	ПК-2.1 Владение математическим аппаратом, необходимым при решении задач в области химии и смежных с химией наук	Знать: основные формулы и методы векторного анализа (ЗН-1); основные уравнения математической физики и корректную постановку задач для них (ЗН-2); классификацию линейных дифференциальных уравнений в частных производных, канонический вид уравнений, связь типа уравнения с характером описываемых им процессов (ЗН-3); метод характеристик для одномерного волнового уравнения (ЗН-4); метод разделения переменных для уравнений математической физики (ЗН-5). Уметь: рассчитывать физические характеристики методами векторного анализа (У-1); выводить основные уравнения математической физики (У-2); приводить линейные уравнения в частных производных к каноническому виду и находить их общие решения (У-3); решать одномерное волновое уравнение методом бегущих волн (У-4); разделять переменные в одномерном волновом уравнении, уравнении теплопроводности и уравнении Лапласа (У-5). Владеть: навыками применения формул векторного анализа к прикладным задачам (Н-1); техникой вычислений необходимых для преобразования и решения дифференциальных уравнений в частных производных (Н-2); навыками применения компьютерных технологий к решению задач математической физики и наглядному представлению результатов (Н-3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.04), и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

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

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математические методы в химии материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Физическая химия», «Экспериментальные и расчетные методы в исследовании фазовых равновесий», а также в научно-исследовательской работе.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	123
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	72 (8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	15
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	93
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр, 4 РГР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	5 семестр – зачёт 6 семестр – зачёт

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
1	Криволинейные и поверхностные интегралы	8	16	-	16	ПК-2	ПК-2.1
2	Интегральные формулы векторного анализа. Элементы теории поля.	10	20	-	32	ПК-2	ПК-2.1
3	Основные уравнения математической физики.	4	8	-	5	ПК-2	ПК-2.1
4	Классификация линейных уравнений второго порядка.	2	4	-	10	ПК-2	ПК-2.1
5	Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения	6	12	-	15	ПК-2	ПК-2.1
6	Разделение переменных в уравнениях математической физики	6	12	-	15	ПК-2	ПК-2.1

4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-2.1	Криволинейные и поверхностные интегралы. Интегральные формулы векторного анализа. Элементы теории поля. Основные уравнения математической физики. Классификация линейных уравнений второго порядка. Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения. Разделение переменных в уравнениях математической физики.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Криволинейные и поверхностные интегралы.</u> Криволинейные интегралы 1 рода. Задача о массе дуги. Теорема существования. Свойства и вычисление криволинейных интегралов 1 рода. 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. Поверхностные интегралы 1 рода. Теорема существования. Свойства и вычисление поверхностных интегралов 1 рода. Ориентация поверхностей. Поверхностные интегралы 2 рода. Теорема существования. Свойства и вычисление поверхностных интегралов 2 рода. Связь поверхностных интегралов 1 и 2 рода.</p>	8	Л
2	<p><u>Интегральные формулы векторного анализа.</u> <u>Элементы теории поля.</u> Скалярные и векторные поля. Циркуляция векторного поля. Формула Грина. Поток векторного поля, его физический смысл. Дивергенция. Формула Остроградского-Гаусса, ее векторная форма. Физический смысл дивергенции. Источники векторного поля. Формула Стокса. Физический смысл циркуляции. Специальные векторные поля. Условия потенциальности поля. Восстановление функции по ее полному дифференциалу. Понятие о соленоидальных полях. Операторы Гамильтона и Лапласа.</p>	10	Л
3	<p><u>Основные уравнения математической физики.</u> Вывод основных уравнений математической физики: уравнение колебаний струны, уравнение продольных колебаний стержня, уравнение теплопроводности и диффузии, уравнение Гордона-Клейна. Постановка задач математической физики. Понятие о корректности постановки задачи.</p>	4	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><u>Классификация линейных уравнений второго порядка.</u> Характеристики линейного уравнения второго порядка. Приведение уравнения к каноническому виду.</p>	2	Л
5	<p><u>Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения.</u> Метод характеристик для одномерного волнового уравнения. Формула Даламбера. Метод Даламбера для свободных колебаний бесконечной струны. «Стоячие» и «бегущие» волны. Метод Даламбера для вынужденных колебаний бесконечной струны, «конус прошлого». Метод Даламбера для полубесконечной струны. Отражение волн от свободного или закреплённого конца.</p>	6	Проблемная лекция
6	<p><u>Разделение переменных в уравнениях математической физики.</u> Разделение переменных в уравнении колебания струны (случай закреплённых концов). Физический смысл полученного решения. Стационарные состояния для уравнения теплопроводности. Разделение переменных в одномерном уравнении теплопроводности (случай поддержания на концах стержня постоянной температуры). Распространение тепла в бесконечном стержне. Оператор Лапласа в цилиндрических координатах. Колебания закреплённой по контуру круглой мембраны. Разделение переменных в уравнении Шрёдингера.</p>	6	Л

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновацион ная форма
		всего	в том числе на практич ескую подгото вку	
1	<u>Криволинейные и поверхностные интегралы.</u> Криволинейные интегралы первого рода. Вычисление, свойства, приложения. Криволинейные интегралы второго рода. Вычисление, свойства, приложения. Поверхностные интегралы первого рода. Вычисление, свойства, приложения. Поверхностные интегралы второго рода. Вычисление, свойства, приложения.	16	4	-
2	<u>Интегральные формулы векторного анализа.</u> <u>Элементы теории поля.</u> Скалярные и векторные поля. Градиент скалярного поля. Ротор и дивергенция векторного поля. Формула Грина, Стокса, Остроградского- Гаусса. Специальные векторные поля. Восстановление потенциала векторного поля. Дифференциальные операторы второго порядка.	20	-	-
3	<u>Основные уравнения математической физики.</u> Особенности дифференциальных уравнений в частных производных. Понятие общего решения. Решение линейных дифференциальных уравнений первого порядка	8	4	Мозговой штурм
4	<u>Классификация линейных уравнений второго порядка.</u> Приведение линейного уравнения второго порядка к каноническому виду.	4	-	-

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновацион ная форма
		всего	в том числе на практич ескую подгото вку	
5	<u>Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения.</u> Метод бегущих волн для одномерного волнового уравнения (задача Коши). Метод бегущих волн для вынужденных колебаний. Метод бегущих волн для полубесконечной струны. Отражение волн от свободного или закреплённого конца.	12	-	Разбор конкретных ситуаций
6	<u>Разделение переменных в уравнениях математической физики.</u> Разделение переменных в уравнении колебаний струны. Разделение переменных в одномерном уравнении теплопроводности. Случай бесконечного стержня. Стационарное распределение тепла в цилиндре.	12	-	-

4.4.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплин	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Криволинейные и поверхностные интегралы.	16	Кр, вопросы к зачёту
2	Интегральные формулы векторного анализа.	16	РГР №1, вопросы к зачёту

№ раздела дисциплин	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Элементы теории поля.	16	Вопросы к зачёту
3	Вывод основных уравнений математической физики.	5	Вопросы к зачёту
4	Метод характеристик для линейных дифференциальных уравнений.	10	РГР № 2, вопросы к зачёту
5	Метод Даламбера для бесконечной и полубесконечной струны.	15	РГР № 3, вопросы к зачёту
6	Разделение переменных в уравнениях колебания струны и теплопроводности.	15	РГР № 4, вопросы к зачёту

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: <https://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 компетенции.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенции 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 предусматривает 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 учебных изданий, необходимых 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. - 3-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 491 с. - ISBN 978-5-7038-3190-8 (Вып. VII). - ISBN 978-5-7038-3022-2.

2. Запорожец, Г. И. Руководство к решению задач по математическому анализу : Учебное пособие / Г. И. Запорожец. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 460 с. - ISBN 978-5-8114-0912-9.

3. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие для вузов по инженерно-техническим специальностям / Н. А. Берков [и др.]. - СПб.; М.; Краснодар: Лань. - Часть 3: Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации / Под ред.: В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкаря. - 2-е изд., испр. - 2013. - 528 с. - ISBN 978-5-8114-1560-1.

4. Слободинская, Т. В. Уравнения математической физики : учебное пособие / Т. В. Слободинская, А. А. Груздков ; СПбГТИ(ТУ). Каф. математики. - СПб. : [б. и.], 2016. - 132 с.

5. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : Учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-0799-6.

6. Никифоров, А. Ф. Лекции по уравнениям и методам математической физики / А. Ф. Никифоров. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 133 с. : ил. - ISBN 978-5-91559-031-0.

б) электронные учебные издания:

1. Груздков, А. А. Формула Стокса : Методические указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко ; СПбГТИ(ТУ). Каф. высш. математики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 49 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 16.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Груздков, А. А. Формула Остроградского-Гаусса : методические указания / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко ; СПбГТИ(ТУ). Каф. математики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 26 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 16.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

3. Груздков, А. А. Формула Грина : Практикум / А. А. Груздков, М. Б. Купчиненко, Т. В. Слободинская ; СПбГТИ(ТУ). Каф. математики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 33 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 16.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:
<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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 УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. 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 является: 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 слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

При выполнении РГР студенты используют пакет прикладных программ Mathcad.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Информационно-справочная система «Wolframalpha»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютер.

Помещение для самостоятельной работы.

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Математические методы в химии материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ¹	Этап формирования ²
ПК-2	Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами	промежуточный

¹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

² Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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)
			«зачтено» (пороговый)
ПК-2.1 Владение математическим аппаратом, необходимым при решении задач в области химии и смежных с химией наук	Знает основные формулы и методы векторного анализа (ЗН-1).	Ответы на вопросы №№ 1-24 к зачёту (5 семестр).	Знает определение основных понятий векторного анализа и формулировки базовых теорем.
	Знает основные уравнения математической физики и корректную постановку задач для них (ЗН-2)	Задания теста №№ 4-6, ответы на вопросы №№ 1-5 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 1.	Знает основные уравнения математической физики и смысл входящих в них параметров. Возможно, затрудняется с выводом уравнений.
	Знает классификацию линейных дифференциальных уравнений в частных производных, канонический вид уравнений, связь типа уравнения с характером описываемых им процессов (ЗН-3).	Задания теста №№ 7-10, ответы на вопросы №№ 6, 7 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 2.	Знает типы линейных уравнений в частных производных и их канонический вид. Допускает ошибки при определении характеристик уравнения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (пороговый)
	Знает метод характеристик для одномерного волнового уравнения (ЗН-4)	Задание теста № 11, ответы на вопросы №№ 8-11 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 3	Находит решение задач для бесконечной струны (стержня). Возможно допускает ошибки при решении задач для полубесконечной струны или в задачах на отражение волн.
	Знает метод разделения переменных для уравнений математической физики (ЗН-5)	Задания теста №№ 12, 13, ответы на вопросы №№ 12-20 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 4.	Находит решения задач математической физики разделением переменных для стандартных граничных условий.
	Умеет рассчитывать физические характеристики методами векторного анализа (У-1)	Кр №1, Кр № 2, выполнение РГР №1	Определяет физические характеристики, вычисляя криволинейные и поверхностные интегралы, интегральные формулы векторного анализа. Правильно применяет дифференциальные операторы к заданным векторным полям.
	Умеет выводить основные уравнения математической физики (У-2)	Ответы на вопросы №№ 2-4 к зачёту (6 семестр).	Выводит основные уравнения математической физики, допуская неточности обоснования.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (пороговый)
	Умеет приводить линейные уравнения в частных производных к каноническому виду и находить их общие решения (У-3).	Выполнение РГР № 2. Ответ на вопрос № 7 к зачёту (6 семестр), задания теста № 3, 9, 10.	Определяет тип уравнения, находит характеристики, переходит к канонической форме, допуская ошибки. Возможно, затрудняется при нахождении общего решения.
	Умеет решать одномерное волновое уравнение методом бегущих волн (У-4)	Ответ на вопросы №№ 8-11 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 3.	Строит решение волнового уравнения при заданных начальных условиях. В сложных случаях, возможно, нуждается в указаниях преподавателя.
	Умеет разделять переменные в одномерном волновом уравнении, уравнении теплопроводности и уравнении Лапласа (У-5).	Задания теста №№ 12 и 13, ответы на вопросы №№ 12, 13, 16-18 и 20 к зачёту (6 семестр), выполнение РГР № 4.	Находит решение задач математической физики разделением переменных, допуская отдельные ошибки и затрудняясь с обоснованием своих действий.
	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 (5 семестр), РГР № 1.	Определяет искомые характеристики, правильно вычисляя криволинейные и поверхностные интегралы или верно применяя формулы векторного анализа.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (пороговый)
	Владеет техникой вычислений необходимых для преобразования и решения дифференциальных уравнений в частных производных (Н-2).	Выполнение РГР № 2.	Решает обыкновенные дифференциальные уравнения, применяет формулу дифференцирования сложной функции, допуская отдельные алгоритмические ошибки.
	Владеет навыками применения компьютерных технологий к решению задач математической физики и наглядному представлению результатов (Н-3).	Выполнение РГР № 3 и 4.	Применяет компьютерные технологии к задачам математической физики, не всегда делая это оптимальным образом.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-2:**

3.1 Вопросы к зачётам

Пятый семестр

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.

Шестой семестр

1. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные определения и примеры.
2. Вывод уравнения колебаний струны.
3. Вывод уравнения продольных колебаний стержня.
4. Вывод уравнения теплопроводности.
5. Постановка задач математической физики. Корректность постановки задач.

6. Классификация линейных дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Связь типа уравнения с характером протекания описываемых им процессов.
7. Приведение линейных уравнений второго порядка к каноническому виду.
8. Формула Даламбера для одномерного волнового уравнения. Метод бегущих волн.
9. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.
10. Решение задачи о вынужденных колебаниях бесконечной струны при однородных и неоднородных начальных условиях.
11. Решение задачи о колебаниях полубесконечной струны с закрепленным или свободным концом.
12. Решение задачи о свободных колебаниях струны, закрепленной на концах, методом разделения переменных Фурье.
13. Решение задачи о вынужденных колебаниях струны, закрепленной на концах.
14. Интеграл Фурье.
15. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне методом разделения переменных Фурье.
16. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с одного конца.
17. Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов.
18. Уравнение Лапласа в полярной системе координат.
19. Симметричные колебания закреплённой по контуру круглой мембраны.
20. Решение уравнения Лапласа для круга методом разделения переменных Фурье.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче зачёта студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше, и два практических задания аналогичные заданиям контрольных работ и РГР.

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

3.2. Содержание расчётно-графических работ

Расчётно-графическая работа № 1

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 .

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

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

Расчётно-графическая работа № 2

Для заданного линейного дифференциального уравнения второго порядка в частных производных:

1. Определите тип дифференциального уравнения
2. Выполните приведение уравнения к канонической форме
3. Найдите общее решение дифференциального уравнения

Расчётно-графическая работа № 3

Решите задачу о колебаниях бесконечной или полубесконечной струны методом Даламбера.

Расчётно-графическая работа № 4

Для заданных начальных и граничных условий решите одномерное волновое уравнение методом разделения переменных.

3.3. Содержание контрольной работы

Задание 1. Вычислите поверхностный интеграл первого рода по поверхности S , где S – часть плоскости π , отсечённая координатными плоскостями.

Задание 2. Вычислите поверхностный интеграл второго рода по поверхности S , где S – часть плоскости π , отсечённая координатными плоскостями, в направлении нормали, образующей острый угол с осью Oz .

Задание 3. Вычислите градиент скалярного поля в заданной точке M_0 .

Задание 4. Проверьте, будет ли соленоидальным данное векторное поле $\vec{F}(M)$.

Задание 5. Проверьте, будет ли протенциальным данное векторное поле $\vec{F}(M)$. Если да, то найдите потенциал.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачётов.

Шкала оценивания на зачете – «зачтено», «не зачтено». При этом «зачтено» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.