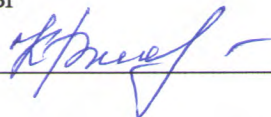


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной образовательной  
программы



Квеско Н.Г.

«26» января 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

*Б1.О.07 «Методы математической физики»*

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

21.04.01 Нефтегазовое дело

Профиль

Управление разработкой нефтегазовых месторождений

Квалификация

магистр

Форма обучения

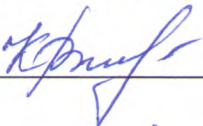
очная

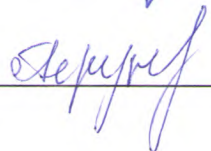
РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Методы математической физики» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программу составил(и):

 Квеско Н.Г., д.т.н., профессор

 Перунова Е.А. старший преподаватель

Рабочая программа дисциплины Б1.О.07 «Методы математической физики» утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела протокол № 5 «26» января 2023 г.

Заведующий кафедрой  Я.В. Денисова

Рецензент(ы):  А.Ю. Шагинян, Первый заместитель генерального директора – главный инженер ООО «Газпроектинжиниринг Сахалин»

## 1 Цель и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** - освоение принципов построения основных физико-математических моделей и методов математической физики, используемых при их исследовании, а также в овладении практическими навыками применения стандартных аналитических и численных методов математической физики для формулировки и решения конкретных физико-технических задач.

### Задачи дисциплины:

- 1) получить представление о физико-математическом моделировании как особом способе исследования и описания физических явлений и процессов, общности ее понятий и представлений; об основных физико-математических моделях и методах математической физики, используемых при их исследовании;
- 2) научить использовать основные приемы и методы математической физики для исследования основных физико-математических моделей;
- 3) научить пользоваться универсальными системами компьютерной математики и конечно-элементного анализа при решении вычислительных задач математической физики.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: перечень опорных дисциплин отсутствуют.

Постреквизиты дисциплины: знание, полученные при изучении дисциплины позволяют подготовить расчетную часть выпускной квалификационной работы.

## 3 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

| Коды компетенции | Содержание компетенций                                                                                                     | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1             | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1: анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.<br>УК-1.2: находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.<br>УК-1.3: рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часа).

Очная форма обучения

| Вид работы                                                                                                | Трудоемкость, акад. часов |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|
|                                                                                                           | семестр                   | всего |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                 | 2                         | 108   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                 | 2                         | 28    |
| Лекции (Лек)                                                                                              | 2                         | 8     |
| Практические занятия (ПР)                                                                                 | 2                         | 16    |
| КонтТО                                                                                                    | 2                         | 4     |
| Промежуточная аттестация                                                                                  | 2                         | зачет |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                                                                            | 2                         | 80    |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); | 2                         | 16    |
| - подготовка к практическим занятиям;                                                                     |                           | 56    |
| - подготовка к промежуточной аттестации                                                                   |                           | 8     |

### 4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Очная форма обучения

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины/<br>темы                                      |         | Виды учебной работы (в<br>часах) |                         |        |                            | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости,<br>промежуточн<br>ой аттестации |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|--------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                 |         | контактная                       |                         |        |                            |                                                                                |
|              |                                                                 | семестр | Лекции                           | Практические<br>занятия | КонтТО | Самостоятел<br>ьная работа |                                                                                |
| 1            | Введение в физико-математическое моделирование.                 | 2       | 2                                |                         | 4      | 6                          | Блиц-Опрос                                                                     |
| 2            | Дифференциальные и интегральные операции математической физики. | 2       | 2                                | 6                       |        | 14                         | Блиц-опрос, решение задач                                                      |

|   |                                                        |   |   |    |  |    |                                 |
|---|--------------------------------------------------------|---|---|----|--|----|---------------------------------|
| 3 | Аналитические методы решения краевых задач.            | 2 | 2 | 6  |  | 28 | Блиц-опрос, тестирование        |
| 4 | Приближенные и численные методы решения краевых задач. | 2 | 2 | 4  |  | 24 | Блиц-опрос, обсуждение докладов |
|   | зачет                                                  | 2 |   |    |  | 8  |                                 |
|   | итого:                                                 |   | 8 | 16 |  | 80 |                                 |

### 4.3 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1 Введение в физико-математическое моделирование

Эволюция основных идей, понятий и методов математической физики. Основные этапы физико-математического моделирования объектов. Вычислительный эксперимент.

#### Раздел 2 Дифференциальные и интегральные операции математической физики

Скалярные, векторные и тензорные поля. Основные дифференциальные операторы математической физики. Криволинейные, поверхностные и объёмные интегралы от тензорных полей.

#### Раздел 3 Аналитические методы решения краевых задач

Основные типы краевых задач: задача Коши для уравнений гиперболического и параболического типов, краевая задача для эллиптических уравнений, смешанная краевая задача. Корректность постановки краевых задач.

Метод Фурье: принцип суперпозиции, уравнения с разделяющимися переменными. Метод разложения по собственным функциям. Задачи на собственные значения дифференциальных операторов. Общая схема метода собственных функций. Сущность метода функций Грина.

#### Раздел 4 Приближенные и численные методы решения краевых задач

Понятие функционала и его вариации. Прямые методы вариационного исчисления. Методы Рунге и Галеркина. Сущность метода конечных элементов.

### 4.4 Темы и планы практических занятий

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий                                                                                                                    | Объем в акад. часах |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.    | 2                    | <b>Практическая работа № 1</b><br>Выполнение операций векторного анализа с использованием универсальных систем компьютерной математики. | 2                   |

|       |   |                                                                                                                                                                 |    |
|-------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.    | 2 | <b>Практическая работа № 2</b><br>Интегральные операции над скалярными, векторными и тензорными полями. Вычисление интегральных характеристик физических полей. | 2  |
| 3.    | 2 | <b>Практическая работа № 3</b><br>Решение простейших дифференциальных уравнений в частных производных.                                                          | 2  |
| 4.    | 3 | <b>Практическая работа № 4</b><br>Решение уравнения колебаний бесконечной струны методом Даламбера.                                                             | 2  |
| 5.    | 3 | <b>Практическая работа № 5</b><br>Задача об охлаждении бесконечной пластины конечной толщины.                                                                   | 2  |
| 6.    | 3 | <b>Практическая работа № 6</b><br>Решение уравнения свободных колебаний закрепленной струны.                                                                    | 2  |
| 7.    | 4 | <b>Практическая работа № 7</b><br>Решение одномерных краевых задач                                                                                              | 2  |
| 8.    | 4 | <b>Практическая работа № 8</b><br>Решение двумерных краевых задач                                                                                               | 2  |
| Всего |   |                                                                                                                                                                 | 16 |

### 5 Темы дисциплины для самостоятельного изучения

Самостоятельная работа студентов является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС).

Контроль самостоятельной работы осуществляется путем при текущем контроле и при проведении итоговой аттестации путем включения вопросов для самостоятельного изучения в вопросы для текущей и итоговой аттестации.

Виды СРС:

- Изучение теоретического материала, с использованием Интернет-ресурсов.
- Работа с учебно-методической литературой.
- Повторение лекционного материала.
- Подготовка к выполнению практической работы.
- Подготовка к зачету.

#### Темы для самостоятельного изучения

1. Основные интегральные тождества.
2. Типы векторных полей.

3. Теорема Гельмгольца.
4. Криволинейные системы координат.
5. Классификация уравнений в частных производных второго порядка.
6. Оператор Штурма-Лиувилля.
7. Простейшая задача вариационного исчисления.
8. Уравнение Эйлера.

По темам для самостоятельного изучения пишется отчет.

## 6 Образовательные технологии

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела                                         | Виды учебных занятий                                                        | Образовательные<br>технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Введение в физико-математическое моделирование.                 | Лекция 1<br><br>Самостоятельная работа                                      | Вводная лекция с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения<br><br>Проработка и повторение лекционного материала<br>Поиск информации в сети.                                                                                                                                                        |
| 2.       | Дифференциальные и интегральные операции математической физики. | Лекция: 2<br><br>Практическая работа: 1, 2, 3<br><br>Самостоятельная работа | Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения<br><br>Опрос, отчет<br><br>Проработка и повторение лекционного материала<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Поиск информации в сети<br>Подготовка к промежуточной аттестации<br>Консультирование посредством электронной почты |
| 3.       | Аналитические методы решения краевых задач.                     | Лекция: 3<br><br>Практическая работа: 4, 5, 6<br><br>Самостоятельная работа | Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения<br><br>Опрос, отчет<br><br>Проработка и повторение лекционного материала<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Поиск информации в сети<br>Подготовка к промежуточной аттестации                                                   |

|    |                                                        |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                        |                                                                          | Консультирование посредством электронной почты                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4. | Приближенные и численные методы решения краевых задач. | Лекция: 4<br><br>Практическая работа: 7, 8<br><br>Самостоятельная работа | Лекция-информация с использованием компьютерных и мультимедийных средств обучения<br><br>Опрос, отчет<br><br>Проработка и повторение лекционного материала<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Поиск информации в сети<br>Подготовка к промежуточной аттестации<br>Консультирование посредством электронной почты |

## 7 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Примеры заданий для проведения текущего контроля

1. Найти эквипотенциальные поверхности и семейство линий наибыстрейшего возрастания скалярного поля  $u = x^2 + y^2 - z^2$ .

2. Магнитное поле, создаваемое электрическим током силы  $I$ , текущим по бесконечному проводу, определяется формулой

$$\mathbf{H}(P) = 2I \frac{-y\mathbf{i} + x\mathbf{j}}{x^2 + y^2}$$

Вычислить  $\operatorname{div} \mathbf{H}(P)$  и  $\operatorname{rot} \mathbf{H}(P)$ . Определить тип этого поля.

3. Показать, что потенциал поля сил тяготения, возникающего в пространстве, окружающем некоторую точечную массу, равен  $k/r$  ( $k > 0$  – коэффициент пропорциональности) и что поле сил тяготения лапласово.

4. Найти работу силового поля  $\mathbf{F} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  при перемещении материальной точки вдоль первого витка конической винтовой линии  $x = ae^t \cos t$ ,  $y = ae^t \sin t$ ,  $z = ae^t$  из точки  $A(0,0,0)$  в точку  $B(a,0,a)$ .

5. Найти потенциал векторного поля  $\mathbf{a} = 2xy\mathbf{i} + (x^2 - 2yz)\mathbf{j} - y^2\mathbf{k}$ .

6. Поставить краевую задачу о малых продольных упругих колебаниях однородного стержня один конец которого закреплён, а другой испытывает сопротивление пропорциональное скорости. Диссипативными процессами в стержне пренебречь.

7. Поставить краевую задачу о малых поперечных колебаниях струны один конец которого закреплённой на обоих концах, в среде с сопротивлением, пропорциональным скорости.

8. Найти фундаментальное решение уравнения Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

9. Найти общее решение уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = x^2 + y^2$$

10. Определить тип дифференциального уравнения в частных производных второго порядка



$$2 \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} - 6 \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y \partial x} - \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0$$

11. Определить тип дифференциального уравнения в частных производных второго порядка

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} + 4 \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y \partial x} + \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0$$

12. Найти собственные значения и собственные функции краевой задачи

$$y'' + \lambda y = 0, y(0) = 0, y'(1) = 0, x \in [0, 1].$$

13. Найти собственные значения и собственные функции краевой задачи

$$y'' + \lambda y = 0, y'(0) = 0, y(1) = 0, x \in [0, 1].$$

### Вопросы к зачету

1. Основные этапы физико-математического моделирования объектов.
2. Скалярные, векторные и тензорные поля. Геометрические характеристики скалярных и векторных полей.
3. Основные дифференциальные операции математической физики.
4. Виды векторных полей. Теорема Гельмгольца.
5. Криволинейные интегралы от тензорных полей.
6. Поверхностные интегралы от тензорных полей.
7. Объемные интегралы от тензорных полей.
8. Задача Коши для уравнений гиперболического и параболического типов.
9. Краевая задача для эллиптических уравнений.
10. Смешанная краевая задача. Корректность постановки краевых задач.
11. Метод Фурье. Принцип суперпозиции. Уравнения с разделяющимися переменными.
12. Решение уравнения колебаний бесконечной струны методом Даламбера.
13. Задача об охлаждении бесконечной пластины конечной толщины.
14. Решение уравнения свободных колебаний закрепленной струны.
15. Метод разложения по собственным функциям.
16. Общая схема метода собственных функций для неоднородных задач.
17. Сущность метода функций Грина.
18. Функциональные пространства. Понятие функционала. Экстремум.
19. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума.
20. Уравнение Эйлера.
21. Метод Ритца.
22. Метод Галеркина.

## 8 Система оценивания планируемых результатов обучения

| Форма контроля | За одну работу |              | Всего |
|----------------|----------------|--------------|-------|
|                | Мин. баллов    | Макс. баллов |       |

|                                               |          |           |           |
|-----------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Текущий контроль:                             |          |           |           |
| - <i>опрос</i>                                | 1 баллов | 5 баллов  | 40 баллов |
| - <i>выполнение практических работ</i>        | 1 баллов | 5 баллов  | 40 баллов |
| - <i>самостоятельная работа</i>               | 5 баллов | 20 баллов | 20 баллов |
| <b>Итого за семестр (дисциплину)</b><br>зачёт |          |           | 100       |

## **9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **9.1 Основная литература**

1. Деревич, И. В. Практикум по уравнениям математической физики: учебное пособие / И. В. Деревич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2601-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212843>.

2. Попов А.И., Попов И.Ю. Основные уравнения математической физики: Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2020. 200 с. — Текст: электронный <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2663.pdf>

3. Сборник задач по уравнениям математической физики: учебное пособие / В. С. Владимиров, В. П. Михайлов, Т. В. Михайлова, М. И. Шабунин. — 4-е, изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-9221-1692-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104995>

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Гребенникова, И.В. Уравнения математической физики: учебное пособие / И.В. Гребенникова.— Екатеринбург: УрФУ, 2016.— 164 с. — Текст: электронный [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/42951/1/978-5-321-02475-1\\_2016.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/42951/1/978-5-321-02475-1_2016.pdf)

### **9.3 Программное обеспечение**

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);

2. Microsoft Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)

3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),

4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),

5. Microsoft Windows Proffesional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),

6. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),

7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit, Rus, OEM, Операционная система
10. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –Расширенный Russian Edition.
11. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server, VirtSvr, License, Education Renewal
12. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
13. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),
14. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014 Visual Studio Professional;
15. COMSOL Multiphysics® версии 6.0 Софт. Лицензия 9602390
16. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор № 5044 от 14.05.2022 года (ежегодное продление).

#### **9.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Интернет – ресурс: Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Интернет – ресурс: <http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS»;
3. Интернет – ресурс: <http://ogbus.ru/> Основы нефтегазового дела (Электронный ресурс);
4. Интернет – ресурс: <https://cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации (Электронный ресурс);
5. Интернет – ресурс: информационный портал охрана труда в России - <https://ohranatruda.ru/> (Электронный ресурс).
6. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>) и т.д.
7. Интернет – ресурс: сайт журнала «Нефтегазовое дело»: <http://www.ogbus.ru>
8. Интернет – ресурс: сайт журнала «Экономика и ТЭК России»: <http://www.tek-russia.com/about/>
9. Интернет – ресурс: сайт журнала « Нефтяное хозяйство»: <http://www.oil-industry.ru>
10. Интернет – ресурс: сайт журнала «Нефтегазовая вертикаль»: <http://ngv.ru>

## **ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим

ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

- 1) Библиотечный фонд ФГБОУ ВО «СахГУ»;
- 2) Мультимедийное оборудование для чтения лекций-презентаций;
- 3) Технологическое и компьютерное виртуальное оборудование;
- 4) Пакет прикладных обучающих программ.