

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 профессиональной
образовательной программы



Денисова Я.В.
27 мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б1.О.36 Моделирование химико-технологических процессов

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки

Химические технологии нефти и газа

Программа подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья инвалидов

Южно-Сахалинск, 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.О.36 Моделирование химико-технологических процессов составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология № 922 от 07.08.2020 г.

Программу составил:

доцент кафедры геологии и нефтегазового дела



Безверхая Е.В.

Рабочая программа дисциплины Моделирование химико-технологических процессов утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела протокол № 9 от 27 мая 2025 г.

Заведующий кафедрой
геологии и нефтегазового дела:



Денисова Я.В.

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – является ознакомление будущих специалистов в области нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности с особенностями и закономерностями моделирования химико-технологических процессов, с современными методами моделирования.

Задачи дисциплины:

- 1) изучение основных понятий математического моделирования химико-технологических процессов, оптимизации эксперимента в химии и химической технологии;
- 2) рассмотрение методов построения моделей и их качественного исследования, изучение методов оптимизации параметров химико-технологических процессов на основе построенных математических моделей;
- 3) закрепление у студентов практических навыков по использованию численных методов оптимизации и компьютерного решения систем уравнений математического описания.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.36 «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули) учебного плана».

Для успешного освоения данной дисциплины, необходимы сформированные знания из дисциплин: математика, физика, информационно-коммуникационные технологии, общая химия, компьютерное моделирование, статистическая обработка эксперимента в химической технологии, аналитическая химия и физико-химические методы анализа, физическая химия, химия нефти и газа.

Освоение данной дисциплины необходимо для последующего изучения таких дисциплин, как: сбора материала и написания выпускной квалификационной работы.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1. Знает основные технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойства сырья и готовой продукции, закономерности изменения параметров технологического процесса при изменении свойств сырья. ОПК-4.2. Умеет обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья. ОПК-4.3. Владеет способностью обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров

		технологического процесса при изменении свойств сырья.
ОПК-5	Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.1. Знает основные закономерности проведения экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, технику безопасности. ОПК-5.2. Умеет осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные. ОПК-5.3. Владеет способностью осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	8 семестр	Всего
Общая трудоемкость	72	72
Контактная работа:	40	40
Лекции		
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа: - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации	32	32
Контактная работа в период теоретического обучения (проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)	4	4
Контактная работа в период промежуточной аттестации (проведение консультаций перед экзаменом)		
Контроль знаний		
Итоговая форма контроля	Зачет	

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная			Самостоятельная работа	Контроль	
			Лекции	Лабораторные занятия	КонтТО/ КонтПА			
1	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов	8		12	4	12		Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
2	Математическое моделирование кинетики химических реакций и Моделирование гомогенных химических реакторов	8		12		10		Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
3	Экспериментально статистические методы построения математических моделей	8		12		10		Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
4	Зачет							Собеседование по контрольным вопросам
	Итого:	72		36	4	32		

4.3 Содержание разделов дисциплины

Лекции не предусмотрены учебным планом.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических/лабораторных занятий	Объем в часах
1	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов	Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионные гидродинамические модели. Ячеечные гидродинамические модели. Определение условий перемешивания в проточных аппаратах. Моделирование тепловых процессов в химической технологии.	12

		<p>Основные закономерности теплообмена.</p> <p>Математические модели теплообменных аппаратов.</p> <p>Математическое моделирование массообменных процессов.</p> <p>Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость».</p> <p>Моделирование процесса массопередачи.</p> <p>Моделирование процесса сепарации.</p> <p>Моделирование процесса ректификации.</p> <p>Моделирование процесса абсорбции.</p> <p>Определение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов</p> <p>Математическое описание процесса, протекающего в потоке идеального вытеснения</p> <p>Математическое описание процесса, протекающего в потоке идеального смешения</p>	
2	<p>Математическое моделирование кинетики химических реакций и</p> <p>Моделирование гомогенных химических реакторов</p>	<p>Моделирование кинетики гомогенных химических реакций.</p> <p>Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций.</p> <p>Математическая модель реактора идеального смешения.</p> <p>Математическая модель реактора идеального вытеснения.</p> <p>Исследование химического процесса, протекающего в гомогенном реакторе идеального смешения.</p> <p>Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального вытеснения в стационарном режиме.</p> <p>Поиск оптимума линейной функции</p> <p>Математическое описание процесса на основе диффузионной модели</p> <p>Моделирование и изучение процесса на основе ячеечной модели</p>	12
3	<p>Экспериментально статистические методы построения математических моделей</p>	<p>Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента.</p> <p>Методы корреляционного и регрессионного анализа.</p> <p>Линейная регрессионная модель с одной независимой переменной. Статистический анализ результатов.</p> <p>Параболическая регрессионная модель.</p> <p>Статистические модели на основе активного эксперимента (методы планирования экстремальных экспериментов).</p>	12

		Планы первого порядка. Полный факторный эксперимент. Статистический анализ уравнения регрессии. Исследование гидродинамики насадочного абсорбера Моделирование теплообменных процессов в стационарном режиме Исследование газожидкостных потоков	
	ИТОГО		36

5. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Детерминированные математические модели химико-технологических процессов	Лабораторное занятие	Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
		Самостоятельная работа	Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
2.	Математическое моделирование кинетики химических реакций и Моделирование гомогенных химических реакторов	Лабораторное занятие	Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
		Самостоятельная работа	Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты
3.	Экспериментально статистические методы построения математических моделей	Лабораторное занятие	Блиц-опрос, доклад-презентация, тестирование, практическое задание
		Самостоятельная работа	Подготовка к лабораторным занятиям Консультирование посредством электронной почты

6. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся

Для текущего контроля могут применяться тесты, соответствующие содержанию тем разделов.

1) Адекватность регрессионных моделей оценивается...

1. коэффициентом Фишера
2. коэффициентом Стьюдента
3. коэффициентом регрессии
4. коэффициентом корреляции

2) Изменение состояния объекта отображается в виде...

1. Статической модели
2. Детерминированной модели

3. Динамической модели
4. Стохастической модели

3) Чем описываются математические модели технологических объектов химической промышленности чаще всего?

1. дифференциальными уравнениями
2. интегральными уравнениями
3. нелинейными уравнениями
4. линейными уравнениями

4) В чем заключается проверка адекватности модели?

1. соответствие модели к объекту.
2. проверки основных параметров объекта.
3. проверки динамических характеристик объекта.
4. соответствия выходных характеристик

5) Какими свойствами обладают матрицы полного факторного эксперимента?

1. симметричность относительно центра эксперимента;
2. условие нормировки;
3. ортогональность и ротатабельность;
4. все выше перечисленные ответы верны.

6) Процесс построения модели, как правило, предполагает:

1. описание всех свойств исследуемого объекта;
2. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
3. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;
4. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи

7) Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:

1. Аналитическая
2. Графическая
3. Цифровая
4. Алгоритмическая

8) Основная цель моделирования...

1. описание объекта исследований;
2. объяснение объекта;
3. прогнозирование поведения и свойств объекта
4. все вышеперечисленные ответы верны

9) Параметры модели бывают...

1. качественные и количественные
2. дискретные, непрерывные
3. смешанные
4. все выше перечисленные ответы верны

10) При моделировании технологических процессов необходимо соблюдать следующие требования к входным факторам...

1. они должны быть взаимно независимы;
2. количественными и сравнительно легко измеряемыми
3. простыми, иметь физический смысл и универсальными с точки зрения свойств и структуры объекта
4. все выше перечисленные ответы верны

6.1 Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

Раздел 1. Детерминированные математические модели химико-технологических процессов

1. Назовите основные типовые модели структуры потоков в аппаратах.
2. Что такое кривая отклика.
3. Перечислите методы определения гидродинамической структуры потоков.
4. Перечислите модели идеального вытеснения.
5. Перечислите модели идеального смешения.
6. Дать характеристику диффузионной модели.
7. Дать характеристику ячеечной модели.

Раздел 2. Математическое моделирование кинетики химических реакций и моделирование гомогенных химических реакторов

1. Назовите основные массообменные процессы, применяющиеся в химической технологии.
2. Какие фундаментальные законы лежат в основе описания массообменных процессов.
3. Что такое фазовое равновесие?
4. Какие методы расчета констант фазового равновесия вы знаете?
5. Какие основные задачи решаются при моделировании равновесия "жидкость-пар"?
6. Как выражается условие термодинамического равновесия между жидкостью и паром? В системе "жидкость-жидкость"?
7. Какие вы знаете соотношения, связывающие активность компонента с составом смеси и температурой?
8. Что такое массопередача и массоотдача? Как связаны между собой коэффициенты массоотдачи и массопередачи?
9. Что такое ректификация?
10. Что является исходными данными и результатом расчета при моделировании процесса ректификации?
11. В чем коренное отличие моделирования насадочной колонны от тарельчатой?
12. Какие численные методы, применяющиеся для решения систем нелинейных уравнений, вы знаете?
13. В чем заключается различие процессов сепарации и ректификации?
14. Какими математическими моделями описывается процесс абсорбции?
15. Какими математическими моделями описывается процесс адсорбции?

Раздел 3. Экспериментально-статистические методы построения математических моделей

1. Какие конструкции гомогенных реакторов применяются в химической технологии?
2. Дайте классификацию химических реакторов.
3. Приведите примеры гомогенных химических реакторов
4. Какие гидродинамические модели потоков наиболее широко применяются при моделировании химических реакторов?
5. Приведите примеры гомогенных химических реакторов.
6. Какие гидродинамические модели потоков наиболее широко применяются при моделировании химических реакторов?
7. В чем состоит сущность иерархического построения математической модели химического реактора?
8. Каково практическое применение результатов математического моделирования

химических реакторов?

9. Какими системами уравнений описываются математические модели гомогенных химически реакторов?

10. Какие численные методы применяются для исследования математических моделей гомогенных химических реакторов?

11. Назовите принципы построения математических моделей изотермических реакторов идеального смешения, идеального вытеснения.

12. Охарактеризовать уравнения теплового балансов реакторов идиабатический и политропический режимы работы.

13. В каких случаях прибегают к построению статических моделей?

14. На чем базируется построение статических моделей?

15. Каков общий вид статистических моделей?

16. Приведите два вида эксперимента используемые для построения статистических моделей?

17. Для чего проводят корреляционный анализ?

18. Перечислите виды регрессии. Приведите примеры.

6.2 Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Понятие математической модели, их типы, требования, предъявляемые к моделям, порядок физического описания объекта моделирования.

2. Структурная схема математического моделирования, характеристика ее основных этапов.

3. Проверка моделей на целесообразность использования, физический смысл основных дисперсий и сумм квадратов остатков, используемых для проверки моделей.

4. Проверка моделей на адекватность, физический смысл основных дисперсий и сумм квадратов остатков, используемых для проверки моделей.

5. Модель ИП, уравнение модели, функции отклика на импульсное и ступенчатое возмущения, область использования модели.

6. Модель ИВ, уравнение модели, функции отклика на импульсное и ступенчатое возмущения, область использования модели.

7. Ячеечная модель, уравнение модели, параметр модели, функции отклика на импульсное и ступенчатое возмущения, область использования модели.

8. Диффузионная модель, уравнение модели, параметр модели, функции отклика на импульсное и ступенчатое возмущения, область использования модели.

9. Структурная схема комбинированной модели, составленной из зон ИП и ИВ с добавлением “мертвой” застойной зоны, функции отклика системы на импульсное и ступенчатое возмущения.

10. Структурная схема комбинированной модели, составленной из зон ИП (ИВ) с добавлением застойной зоны с обменом веществом с основным потоком, функции отклика системы на импульсное и ступенчатое возмущения.

11. Структурная схема комбинированной модели, составленной из зон ИП и ИВ, соединенных параллельно; функции отклика системы на импульсное и ступенчатое возмущения.

12. Импульсный метод исследования структуры потоков, понятие С-кривой, порядок обработки размерных функций отклика с целью получения С-кривой.

13. Ступенчатый метод исследования структуры потоков, понятие F-кривой, графическое изображение F-кривой для моделей: ИП, ИВ, диффузионной, ячеечной.

14. Структурная схема комбинированной модели, составленной из зон ИП и ИВ, соединенных последовательно; функции отклика системы на импульсное и ступенчатое возмущения.

15. Понятие функции распределения времени пребывания (РВП), способы ее определения, физическая сущность и характеристика методов исследования структуры потоков.

16. Моделирование работы насоса на сеть, способы регулирования положения рабочей точки.

17. Моделирование расходной емкости, уравнения модели, графики.

18. Моделирование процесса осаждения твердой частицы, уравнения модели, графики.

19. Моделирование процесса фильтрования, уравнения модели, виды фильтрования, графики изменения объемов фильтрата и осадка во времени.

20. Моделирование простейшей химической реакции в проточном реакторе с механическим перемешиванием, уравнения модели, графики.

21. Моделирование простейшей химической реакции в периодическом реакторе с механическим перемешиванием, уравнения модели, графики.

22. Моделирование процесса нагревания жидкости в реакторе с паровой рубашкой, уравнение модели, графики.

23. Моделирование процесса абсорбции в насадочном аппарате, уравнения модели, графики.

24. Моделирование процесса ректификации в барботажной колонне, уравнения модели, структурная и блочная схема расчета.

25. Моделирование процесса сушки в сушилке кипящего слоя, уравнения модели, графики.

26. Моделирование процесса периодической кристаллизации, уравнения модели.

27. Моделирование процесса ректификации.

28. Определение критерия Фишера.

29. Определение критерия Стьюдента.

30. Проверка модели на адекватность.

7. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
- выполнение заданий на лабораторных работах	0,5 баллов	3 баллов	54 баллов
- тестирование	1 баллов	2 баллов	6 баллов
Промежуточная аттестация (зачет)	20 баллов	40 баллов	40 баллов
Итого за семестр			100 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература

1) Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126905>

2) Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168613>

8.2 Дополнительная литература

1) Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство «Флинта», 2016. - 271 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-1278-8, Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>

2) Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова ; Федеральное агенство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань : Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с. : ил., табл., схем. - Библ. в кн. -ISBN 978-5-7882-0774-2, Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540>

8.3 Программное обеспечение

1. Windows 10 Pro;
2. WinRAR;
3. Microsoft Office Professional Plus 2013;
4. Microsoft Office Professional Plus 2016;
5. Microsoft Visio Professional 2016;
6. Visual Studio Professional 2015;
7. Adobe Acrobat Pro DC;
8. ABBYY FineReader 12;
9. ABBYY PDF Transformer+;
10. ABBYY FlexiCapture 11;
11. Программное обеспечение «interTESS»;
12. Справочно-правовая система «Консультант Плюс», версия «эксперт»;
13. ПО Kaspersky Endpoint Security;
14. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия);
15. «Антиплагиат - интернет».

8.4 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: www.biblioclub.ru/ Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»;
4. Интернет – ресурс: <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система Университетская библиотека «Лань»;
5. Интернет – ресурс: <https://cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации.
6. Журнал «Бурение и нефть». Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues>
7. Журнал «Нефтегазовые технологии». Режим доступа: <http://ogt.promzone.ru>
8. Научно-технический журнал «Технологии нефти и газа». Режим доступа: <http://www.nitu.ru>
9. Журнал «Инженерная Практика». Режим доступа: <http://glavteh.ru/mag>
10. Журнал «Территория НЕФТЕГАЗ». Режим доступа: <http://www.neftegas.info/neftegas.html>
11. Журнал «Нефтесервис». Режим доступа: <http://www.indpg.ru/oilfieldservice>
12. Отраслевой информационно-технический журнал «Сфера нефть и газ». Режим доступа: <http://www.s-ng.ru/magazin/0>

9. Обеспечение образовательного процесса для лиц с 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.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

При подготовке к лабораторным занятиям и самостоятельной работе можно использовать компьютерные классы со стандартным программным обеспечением.

Лекционные занятия должны проходить в мультимедийной аудитории, оснащенной компьютером и проектором. Лекции желательно сопровождать презентацией, содержащей теоретический иллюстративный материал.

Презентация должна быть построена по следующему принципу: тема, цель, задачи лекции, краткое содержание предыдущей лекции, теоретический материал, итоги лекционного занятия, обозначены вопросы и задания для самостоятельного изучения, тема следующей лекции.