

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Физическая химия углеводородов

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Ибрагимова Д.А. (кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов, Институт геологии и нефтегазовых технологий), DAIbragimova@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи на основе фундаментальных знаний в нефтегазовой области
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений;
- особенности анализа современных процессов нефтегазовой отрасли и их проблемных ситуаций на основе их физико-химических показателей;
- строение молекул и природу химической связи;
- агрегатные состояния веществ;
- физико-химические свойства веществ;
- основные понятия и величины химической термодинамики;
- первый и второй законы термодинамики;
- понятия фазовых и химических равновесий;
- свойства растворов;
- поверхностные явления на границе раздела фаз;
- основные понятия кинетики химических реакций;
- основные понятия и свойства коллоидных систем

Должен уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, при решении исследовательских и практических задач, генерировать новые идеи;
- оценивать нефтегазовые процессы и способы управления ими по изменению термодинамических показателей;
- применять основные законы фундаментальных дисциплин в нефтегазовой области;
- составлять уравнения химических реакций;
- рассчитывать свойства газов при различных термобарических условиях;
- рассчитывать тепловой эффект химических реакций;
- вычислять теплоту фазовых переходов;
- рассчитывать парциальное давление над раствором вещества;
- рассчитывать константы равновесия реакции;
- определять порядок реакции.

Должен владеть:

- навыками расчета физико-химических характеристик соединений;
- навыками расчета параметров физико-химических процессов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять теоретические знания физической химии для определения физико-химических свойств углеводородного сырья

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 21.04.01 "Нефтегазовое дело (Технологии нефти, газа и природных битумов)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 семестрах.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре; экзамен во 2 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Нефтяная дисперсная система (НДС). Физика и химия дисперсионной среды НДС.	1	2	0	0	0	4	0	4
2.	Тема 2. Физика и химия НДС.	1	2	0	0	0	4	0	6
3.	Тема 3. Физика и химия нефтяных дисперсных структур.	1	2	0	0	0	4	0	6
4.	Тема 4. Физико-химическая технология нефти.	1	0	0	0	0	4	0	15
5.	Тема 5. Законы термодинамики.	2	2	0	0	0	4	0	6
6.	Тема 6. Фазовые и химические равновесия.	2	1	0	0	0	5	0	6
7.	Тема 7. Кинетика химических реакций.	2	1	0	0	0	5	0	5
	Итого		10	0	0	0	30	0	48

#### **4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

##### **Тема 1. Нефтяная дисперсная система (НДС). Физика и химия дисперсионной среды НДС.**

Нефтяная дисперсная система, определение, классификация нефтяных дисперсных систем (НДС) по признакам их дисперсного состояния: агрегатное состояние дисперской фазы и дисперсионной среды (эмulsionи, золи, гели, суспензии и др.), дисперсность (высоко- и грубодисперсные и др.), характер молекулярных взаимодействий на границе раздела фаз (лиофобные, лиофильные). Состав дисперсионной среды, свойства дисперсионной среды при различных термобарических условиях. Сложная структурная единица (ССЕ). Теория строения ССЕ. Индивидуальные компоненты нефти: алканы, циклоалканы, ароматические и гетероорганические соединения, минеральные компоненты. Силы притяжения, силы отталкивания. Силы Ван-дер-Ваальса: ориентационные силы, дисперсионные силы, индукционные (поляризационные) силы. Межмолекулярные взаимодействия в углеводородных системах.

##### **Тема 2. Физика и химия НДС.**

Способы формирования нефтяных дисперсных систем (НДС). Фазовые переходы в нефтяных системах. Фаза и межфазный слой. Формирование и строение сложных структурных единиц (ССЕ). Термодинамика и кинетика фазовых переходов в НДС. Энергетические взаимодействия и размеры ССЕ в НДС. Определение размеров частиц НДС. Экстремальные изменения размеров ССЕ и теория регулируемых фазовых переходов. Экстремальные состояния НДС и их использование в технологической практике. Структурно-механические и физико-химические свойства НДС. Влияние размеров ССЕ на свойства НДС. Перераспределение соединений между фазами и поверхностное натяжение. Структурно-механическая прочность и устойчивость НДС.

### **Тема 3. Физика и химия нефтяных дисперсных структур.**

Нефтяные дисперсные системы. Физические способы получения нефтяных дисперсных структур. Физико-химические способы получения нефтяных дисперсных структур. Поверхностные и объемные характеристики нефтяных дисперсных структур. Адсорбционная и реакционная способности нефтяных дисперсных структур. Хроматографический анализ. Практическое применение адсорбции в процессах нефтегазовой отрасли. Механическая прочность и однородность нефтяных дисперсных структур.

### **Тема 4. Физико-химическая технология нефти.**

Основы физико-химической технологии нефти. Влияние особенностей строения и структуры НДС на протекание технологических процессов. Физико-химическая технология добычи и транспорта нефти. Физико-химическая технология переработки нефти. Физико-химическая технология компаундинга и получения товарных нефтепродуктов. Химмотология, трибология и физико-химическая технология нефти.

### **Тема 5. Законы термодинамики.**

Предмет химической термодинамики, основные понятия и величины. Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Внутренняя энергия и энталпия. Второй закон термодинамики, основной смысл и значение. Возможность и направление самопроизвольного протекания процессов. Энтропия. Необратимые процессы. Основные понятия термодинамики неидеальных газов. Влияние изменения внешних условий на равновесия.

### **Тема 6. Фазовые и химические равновесия.**

Общее условие фазовых равновесий. Правило фаз. Однокомпонентные системы. Фазовые переходы. Закон действия масс. Константы равновесия. Химические равновесия в гетерогенных реакциях. Расчеты химических равновесий. Абсолютные энтропии. Расчеты изменения энтропии при реакции. Зависимость константы равновесия от температуры.

### **Тема 7. Кинетика химических реакций.**

Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Кинетическая классификация химических реакций. Порядок реакции. Реакции первого порядка. Реакции второго порядка. Сложные реакции. Обратимые реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Расчеты констант скоростей и энергии активации. Цепные реакции. Кинетика гетерогенных процессов. Катализ. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основы катализа в нефтегазовой отрасли.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

dissertCat ? электронная библиотека диссертаций - <http://www.dissercat.com/>

eLIBRARY - научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

БД Scopus - <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

Научная электронная библиотека КиберЛенинка - <https://cyberleninka.ru/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Главное в период подготовки к лекционным занятиям - научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы.</p> <p>В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа. Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.</p> <p>Самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций - сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом.</p> <p>Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое 'конспектирование' приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.</p>
лабораторные работы	<p>Цели лабораторных занятий по дисциплине 'Физическая химия углеводородов': 1. закрепление теоретического материала путем систематического контроля за самостоятельной работой студентов; 2. формирование умений использования теоретических знаний в процессе выполнения лабораторных работ; 3. развитие аналитического мышления путем обобщения результатов лабораторных работ; 4. формирование навыков оформления результатов лабораторных/практических работ в виде таблиц, графиков, выводов. На лабораторных занятиях осуществляются следующие формы работ со студентами: индивидуальная (оценка знаний, выполненных тестовых заданий, проверка рабочих тетрадей); групповая (выполнение заданий малыми группами по 2-4 человека); фронтальная (подведение итогов выполнения лабораторных работ). Структура и последовательность занятий: на первом, вводном, занятии проводится инструктаж студентов по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа. Студенты также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий, с графиком прохождения контрольных заданий, с основными формами отчетности по выполненным работам и заданиям. Студентам для выполнения лабораторных/практических работ необходима специальная тетрадь, которая должна быть соответствующим образом подписана, простые карандаши, линейка. Структура лабораторного занятия 1. Объявление темы, цели и задач занятия. 2. Проверка теоретической подготовки студентов к лабораторному занятию. 3. Выполнение лабораторной работы и/или практических задач. Большая часть работ проводится на компьютерах, с применением ПО MS Office. 4. Подведение итогов занятия (формулирование выводов). 5. Проверка тетрадей/расчетов на компьютере.</p>
самостоятельная работа	<p>В процессе подготовки к лабораторным занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Заключается, в первую очередь, в работе с литературными источниками. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем.</p>
зачет	<p>При подготовке к зачету студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на лабораторных занятиях, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на зачет. В ходе зачета студенты заносят свои ответы на выдаваемые преподавателем отдельные листы, при сдаче - освещают основное содержание своих ответов, отвечают на дополнительные вопросы преподавателя.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на лабораторных занятиях, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен. В ходе экзамена студенты заносят свои ответы на выдаваемые преподавателем отдельные листы, при сдаче - освещают основное содержание своих ответов, отвечают на дополнительные вопросы преподавателя.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёт или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело" и магистерской программе "Технологии нефти, газа и природных битумов".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.05 Физическая химия углеводородов*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Манжай, В.Н. Нефтяные дисперсные системы: учебное пособие / В.Н. Манжай, Л.В. Чеканцева; Томский политехнический университет. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2016. - 148 с. - ISBN 978-5-4387-0720-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043930> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Физическая химия: теория и практика выполнения расчетных работ : в 2 ч. ч. 1 Экстенсивные свойства гомогенных систем: учебное пособие / Степановских Е.И., Виноградова Т.В., Брусицына Л.А., - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2017. - 135 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959353> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа : учебное пособие / В.Д. Рябов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 311 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/1017513. - ISBN 978-5-16-015106-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1876804> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
4. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем: учебное пособие / Дерябин В.А., Фарафонова Е.П., - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Издательство Уральского университета, 2017. - 88 с. ISBN 978-5-9765-3090-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/946680> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

- 1.Борщевский, А. Я. Физическая химия: учебник: в 2 томах. Том 2. Статистическая термодинамика / А. Я. Борщевский. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 383 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011788-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1189955> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Еремин. В. В. Основы общей и физической химии: учебное пособие / В. В. Еремин, А. Я. Борщевский. - 2-е изд., испр. - Долгопрудный: Издательский Дом 'Интеллект', 2018. - 848 с. - ISBN 978-5-91559-250-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1022497> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Пиковский, Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде: монография / Ю.И. Пиковский. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 207 с. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-011190-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032987> (дата обращения: 24.02.2025). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**B1.O.05 Физическая химия углеводородов**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Технологии нефти, газа и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.