

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 03 » декабря 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Химия нефти и газа  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Химическая технология (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины Химия нефти и газа - это ознакомление студентов с основами современного учения о составе и свойствах нефти и ее отдельных фракций, освоение студентами практических навыков в процессе исследования нефти с применением новейших физико-химических методов.

Задачи:

- изучение влияния физико-химических свойств составляющих нефть компонентов на пути переработки сырья и качество извлекаемых из него продуктов;
- определение химизма и механизма термических и каталитических превращений основных технологических процессов переработки нефти и нефтепродуктов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектами изучения дисциплины являются углеводородные полезные ископаемые (нефть, природный, попутный газ, газовый конденсат, уголь), их физические и химические свойства, влияние этих свойств на параметры технологических процессов и глубину переработки.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает химизм и механизм термических и каталитических превращений компонентов нефти, в том числе взаимных превращений углеводородов как высокотемпературных ( в процессах переработки нефти), так и низкотемпературных. Знает новейшие методики исследования углеводородного состава нефти и ее фракций, влияние его на эксплуатационные свойства нефтепродуктов	Знает технологию производства товарной продукции; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет исследовать физико-химические свойства углеводородов и других компонентов нефти с целью оперативного управления производственным процессом. Умеет определять их влияние на свойства нефтепродуктов, установление связи между строением молекул и надмолекулярных структур компонентов нефти, их способностью к межмолекулярным взаимодействиям и фазовым переходам и свойствам нефтепродуктов.	Умеет осуществлять оперативное руководство работой производственного подразделения и организовывать работу подчиненного персонала на выполнение производственной программы и качества товарной продукции.	Экзамен
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками в применении инструментальных методов анализа для установления структур нефтяных компонентов и изучения их на молекулярном уровне. Владеет навыками контроля соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом	Владеет навыками контроля соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	68	68	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	28	28	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	40	40	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Углеводороды нефти и продукты ее переработки	10	12	0	12
<p>Тема 1. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Определение предмета химии нефти, как науки о химическом составе нефти и газа, о свойствах углеводородах и других компонентов, составляющих нефть и продукты ее переработки, о термических и каталитических превращениях углеводородов и других соединений нефти</p> <p>Тема 2. Алканы. Содержание алканов в нефтях и нефтяных фракциях. Физические свойства и межмолекулярные взаимодействия алканов. Строение алканов. Химические свойства, алканов. Клатратные соединения алканов с карбамидом. Термические и каталитические превращения алканов. Крекинг, изомеризация и дегидроциклизация алканов. Газообразные алканы. Характеристика природных и попутных газов. Методы изучения состава газов: газовая хроматография, низкотемпературная ректификация, масс-спектрометрия и объемнометрические методы анализа. Жидкие алканы. Алканы с прямой и разветвленной цепью, изопрены. Содержание в различных нефтях и фракциях. Жидкие алканы, как компоненты топлив. Твердые алканы. Парафины и церезины, их состав и химические свойства. Методы определения и выделения алканов бензиновых, керосиновых и масляных фракций. Физико-химические и химические методы идентификации алканов. Алканы, как сырье для химической переработки.</p> <p>Тема 3. Циклоалканы нефтей (нафтены). Содержание циклоалканов в нефти и распределение по нефтяным фракциям. Термическая устойчивость циклоалканов, связь между строением и физическими свойствами циклоалканов. Химические свойства циклоалканов, используемых в аналитических целях; взаимодействие с минеральными кислотами, комплексообразование с тиокарбамидом, дегидрирование углеводородов, содержащих циклогексановое кольцо, равновесная и селективная изомеризация. Термические превращения циклогексанов и превращения их над алюмосиликатными и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>бифункциональными катализаторами. Количественное определение, выделение и идентификация циклоалканов. Работы В.В. Марковникова, Н.Д.Зелинского, А.Ф.Платэ и А.А.Петрова в области изучения состава, строения и превращения циклоалканов. Значение циклоалканов, как компонентов топлив, смазочных масел и сырья для химической переработки.</p> <p>Тема 4. Ароматические углеводороды нефти (арены). Содержание ароматических углеводородов в нефтях и нефтяных фракциях, типы ароматических углеводородов, найденных в нефтях. Связь между физико-химическими свойствами ароматических углеводородов и их строением. Межмолекулярные взаимодействия ароматических углеводородов, их химические свойства, имеющие аналитическое значение; формалитовая реакция, сульфирование, пербромирование, комплексообразование с пикриновой кислотой, взаимодействие с малеиновым ангидридом. Термические и каталитические превращения ароматических углеводородов, их гидрирование. Количественное определение, выделение и идентификация ароматических углеводородов, Значение ароматических углеводородов нефти для химической переработки. Углеводороды смешанного строения. Типы углеводородов смешанного строения, содержание их в нефтяных фракциях. Влияние углеводородов смешанного строения на свойства нефтепродуктов.</p> <p>Тема 5. Непредельные углеводороды нефтяных продуктов. Алкены. Этиленовые углеводороды. Их содержание в продуктах термической и каталитической переработки нефтяного сырья. Связь физико-химических свойств этиленовых углеводородов с их строением, межмолекулярные взаимодействия алкенов. Химические свойства алкенов, имеющие аналитическое значение: галогенирование, взаимодействие с серной кислотой, с ацетатом ртути, окисление и озонирование. Кислотный анализ. Полимеризация и алкилирование алкенов, как метод синтеза высокооктановых компонентов моторных топлив. Термические и каталитические превращения алкенов. Количественное определение, выделение и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
идентификация алкенов, влияние их на свойства нефтепродуктов. Алкены, как сырье для химической переработки. Алкадиеновые углеводороды. Их содержание в продуктах термической переработки нефтяного сырья. Связь между строением и свойствами диенов. Методы количественного определения, выделения и идентификации диенов. Влияние диенов на свойства нефтепродуктов.				
Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти	10	0	0	12
Тема 6. Кислородные соединения нефти. Состав и строение кислородсодержащих компонентов нефти. Нефтяные кислоты (нафтеновые и жирные), фенолы, кетоны, гетероциклические кислородные соединения, их содержание в нефтяных фракциях, Состав, строение. Физико-химические свойства нефтяных кислот, методы их выделения и установления строения. Нефтяные фенолы, состав. Методы анализа. Практическое использование нефтяных кислот и фенолов  Тема 7. Сернистые соединения нефти Содержание серы в нефтях и в нефтяных фракциях. Типы сернистых соединений нефтей: элементарная сера, сероводород, тиолы (меркаптаны), сульфиды, дисульфиды, тиофены, алкилтиофены, тиациклоалканы и другие гетероциклические соединения, содержащие серу. Краткая характеристика их свойств. Межмолекулярные взаимодействия сернистых соединений, Комплексы и ассоциаты с другими компонентами нефти, Количественное определение общего содержания серы в нефтепродуктах, качественное и количественное определение и выделение различных сернистых соединений нефти. Методы определения группового состава сернистых соединений. Влияние сернистых соединений на протекание процессов нефтепереработки и на свойства нефтепродуктов. Сернистые соединения нефтей и экология. Возможные пути применения сернистых соединений нефтей.  Тема 8. Азотистые соединения нефтей. Содержание азота в нефтях, отдельных нефтяных фракциях и продуктах нефтепереработки. Количественное определение общего азота. Типы азотистых соединений нефтей: азотистые				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>основания (пиридин и алкилпиридины, хинолин и алкилхинолины) слабоосновные и нейтральные азотистые соединения (производные пиррола, индола, карбазола, амиды, порфирины). Азотистые соединения в продуктах деструктивной переработки нефтяного сырья.</p> <p>Методы количественного определения, выделения и идентификации азотистых соединений нефтей.</p> <p>Использование азотистых соединений, влияние их присутствия на процессы нефтепереработки и на качество нефтепродуктов.</p> <p>Тема 9. Смолисто-асфальтовые вещества нефтей Содержание смолисто-асфальтовых веществ в нефтях и нефтепродуктах. Химическая природа и типы смолисто-асфальтовых веществ. Нефтяные битумы и асфальты.</p> <p>Физико-химические свойства смолисто-асфальтовых веществ, Межмолекулярные взаимодействия. Надмолекулярные структуры. Ассоциаты. Комплексы, Химическое взаимодействие между молекулами смолисто-асфальтовых веществ, Методы разделения смолисто-асфальтовых веществ и определение их компонентного состава.</p> <p>Влияние межмолекулярных взаимодействий смолисто-асфальтовых веществ и углеводов на процессы нефтепереработки и на свойства получаемых продуктов,</p> <p>Методы определения строения смолисто-асфальтовых веществ, использование смолисто-асфальтовых веществ нефти.</p> <p>Тема 10. Микроэлементные соединений нефтей. Микроэлементы, обнаруженные в нефтях. Методы их количественного определения (эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопии, активационный анализ). Минеральные соли и соли органических кислот, феноляты, металлокомплексные соединения нефтей.</p>				
Методы анализа нефти и нефтепродуктов	4	24	0	8
<p>Тема 11. Физико-химические методы исследования нефти и газа.</p> <p>Общие принципы исследования химического состава нефтей. Методы разделения углеводов и других соединений нефти: перегонка, экстракция и кристаллизация. Виды хроматографического разделения нефти и методики анализа. Жидкостно-адсорбционная хроматография в анализе нефтяных фракций. Качественный и количественный анализ углеводородных смесей методом газовой</p>				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>хроматографии. Разделение углеводородов нефти методом термической диффузии и с помощью молекулярных сит. Методы идентификации углеводородов и других соединений нефти. Физико-химические константы углеводородов нефти, используемые в идентификации и анализе углеводородных смесей,</p> <p>Рефрактометрические методы анализа. Удельная и молекулярная рефракция, удельная дисперсия. Спектральные методы идентификации углеводородов и других соединений нефти и анализа нефтяных фракции.</p> <p>Инфракрасная спектроскопия, ультрафиолетовая спектроскопия, масс-спектрометрия, ЯМР-спектроскопия в химии нефти.</p> <p>Тема 12. Химический состав нефтяных фракций. Групповой состав, структурно-групповой состав и индивидуальный состав нефтяных фракций и различных нефтепродуктов</p> <p>Методы определения группового и индивидуального состава бензинов прямой гонки; крекинга, риформинга и жидких продуктов пиролиза. Методы определения группового состава керосино-газойлевых фракций нефти. Прямой метод. Современные методы определения структурно-группового состава с применением ЯМР-спектроскопии. Связь между составом и свойствами масляных фракций.</p>				
Происхождение нефти. Промышленные методы разделения нефти и ее продуктов	4	0	0	8
<p>Тема 13. Происхождение нефти.</p> <p>Существующие гипотезы происхождения нефти: гипотезы минерального происхождения нефти (гипотеза Д.И. Менделеева и др.) и гипотезы органического происхождения нефти. Превращения материнского вещества нефти в процессе нефтеобразования. Роль температур, давлений и катализаторов. Происхождение отдельных групп углеводородов, кислородных, сернистых и азотистых соединений и смолисто-асфальтовых веществ.</p> <p>Тема 14. Перегонка и ректификация азеотропная, солевая и экстрактивная ректификация. Простые и сложные варианты разделения смесей (аддуктивная, экстрактивная, зонная кристаллизация). Термодиффузия.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	28	36	0	40
ИТОГО по дисциплине	28	36	0	40

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Структурно-групповой анализ масел, метод n-d-M
2	Определение группового углеводородного состава керосинов
3	Выделение нормальных парафиновых углеводородов из нефтяных фракций

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

### 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Рябов В. Д. Химия нефти и газа : учебное пособие для вузов / В. Д. Рябов. - Москва: ФОРУМ, 2009.	34
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Поконова Ю. В. Практическая химия нефти и газа / Ю. В. Поконова. - Санкт-Петербург: Б.и., 2004.	2
2	Химия нефти и газа : учебное пособие / И. Н. Гончарова [и др.]. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2018.	2
3	Химия нефти и газа : учебное пособие для вузов / А.И. Богомолов [и др.]. - Ленинград: Химия, 1981.	17
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. - Москва: , Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, , 1956 - . 2019, № 6.	1
2	Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. - Москва: , Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, , 1956 - . 2020, № 1.	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Общие методы анализа / Сост. А. В. Кудинов, В. Г. Рябов, Н. Н. Старкова. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 1998. - (Анализ нефти и нефтепродуктов : лабораторный практикум; Ч. 1).	8
2	Специальные методы анализа / Сост. А. С. Ширкунов [и др.]. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2007. - (Анализ нефти и нефтепродуктов : лабораторный практикум; Ч. 3).	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Капустин В. М. Химия и технология переработки нефти : учебник / В. М. Капустин, М. Г. Рудин. - Москва: Химия, 2013.	4
2	Химия нефти и газа : сборник задач / Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Кафедра Химические технологии ; Сост. Е. С. Денисламова , В. А. Лядов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Неведров А. В. Химия природных энергоносителей : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по дисциплине "химия природных энергоносителей" направления подготовки 18.03.01 "химическая технология" / Неведров А. В., Васильева Е. В., Папин А. В. - Кемь	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/IanRU-LAN-BOOK-122219">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/IanRU-LAN-BOOK-122219</a>	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Кривцова, Н. И. Химия нефти и газа. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Н. И. Кривцова, Н. Л. Меиран, Е. М. Юрьев. - Томск: Томский политехнический университет, 2018.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks98959">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks98959</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Некозырева, Т. Н. Химия нефти и газа : учебное пособие / Т. Н. Некозырева, О. В. Шаламберидзе. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 76 с. — ISBN 978-5-9961-0768-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/55436">https://e.lanbook.com/book/55436</a>	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Берестова, Г. И. Химия нефти и газа : учебное пособие : в 2 частях / Г. И. Берестова, И. Н. Коновалова. — Мурманск : МГТУ, 2014 — Часть 2 : Методы переработки и исследования нефти и газа — 2014. — 144 с. — ISBN 978-5-86185-743-7	<a href="https://e.lanbook.com/book/142673">https://e.lanbook.com/book/142673</a>	локальная сеть; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы	1
Лабораторная работа	Вытяжные шкафы	4
Лабораторная работа	Лабораторные столы	8
Лабораторная работа	Пикнометр Шпренгеля-Оствальда	5
Лабораторная работа	Прибор Бэкмана	3
Лабораторная работа	Рефрактометр	1
Лабораторная работа	Сушильный шкаф	1
Лекция	Ноутбук Toshiba Satellite P100-257	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Химия нефти и газа»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Химические технологии
<b>Форма обучения:</b>	Очная/ Заочная

**Курс:** 3 **Семестр:** 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр

Пермь 2020

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 2 раздела. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знать химизм и механизм термических и каталитических превращений компонентов нефти, в том числе взаимных превращений углеводородов как высокотемпературных (в процессах переработки нефти), так и низкотемпературных. Знает новейшие методики исследования углеводородного состава нефти и ее фракций, влияние его на эксплуатационные свойства нефтепродуктов.		ТО1		Т/КР		ТВ
<b>3.2</b> знать влияние гетероатомных соединений нефти на свойства и качество нефти и нефтепродуктов, их строения, состав, свойства.		ТО2		Т/КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь исследовать физико-химические свойства углеводородов и других компонентов нефти с целью оперативного управления производственным процессом.			ОЛР1			ПЗ
<b>У.2</b> уметь определять их влияние на свойства нефтепродуктов, установление связи между строением молекул и надмолекулярных структур компонентов нефти, их способностью к межмолекулярным взаимодействиям и фазовым переходам и свойствам			ОЛР2 ОЛР3			ПЗ

нефтепродуктов.						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками в применении инструментальных методов анализа для установления структур нефтяных компонентов и изучения их на молекулярном уровне.			ОЛР1			КЗ
<b>В.2</b> владеть навыками контроля соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом			ОЛР2 ОЛР3			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения раздела дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри разделов дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного



теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 3 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Углеводородный состав нефти и газа», вторая КР – по разделу 2 «Методы анализа и разделение нефти и нефтепродуктов».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Как изменяется показатель преломления в зависимости от строения алкана?
2. Каким превращениям подвергаются геминально замещённые и мостиковые нафтены над катализатором Pt/Спри 350°C

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Предскажите результаты разделения методом термической диффузии бинарных смесей следующего состава: а) бутилциклогексан и декалин; б) *n*-гексан и циклогексан; в) *n*-октан и 2-метилгептан; г) 1-метилдекалин и 1-метиладамантан; д) холестеран и 1-гептадецилдекалин.
2. Каков порядок выхода компонентов хроматографа при ГЖХ-разделении следующей смеси: 2-метилгептан, *m*-ксилол, бензол, *n*-пентан (неподвижная жидкая фаза – вазелиновое масло).

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и

практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Краткая характеристика компонентов нефти
2. Фракционный состав нефтей
3. Алканы. Физические и химические свойства. Содержание их в нефти, влияние на качество нефтепродуктов.
4. Выделение алканов, количественное определение и идентификация.
5. Нафтены. Физические и химические свойства. Содержание их в нефти, влияние на качество нефтепродуктов.
6. Выделение нафтенев, количественное определение и идентификация.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Расположите в порядке возрастания времени удерживания компонентов на хроматограмме при разделении методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) следующей смеси: метилциклогексан, толуол, 2,3 – диметилгексан, нафталин (неподвижная фаза - вазелиновое масло).
2. Каков порядок выхода компонентов хроматографа при ГЖХ-разделении следующей смеси: 2-метилгептан, *m*-ксилол, бензол, *n*-пентан (неподвижная жидкая фаза – вазелиновое масло).
3. Укажите порядок выхода компонентов из хроматографа при ГЖХ-разделении следующей смеси: нафталин, *n*-гептан, кумол, этилциклопентан, бензол (неподвижная жидкая фаза - диоктилфталат).

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Углеводород, выделенный из бензина, не поглощает ультрафиолетовое излучение в области 200-400 нм, в его ИК-спектре имеются полосы поглощения, см<sup>-1</sup>: 2960, 1380, 1450. В масс-спектре данного углеводорода имеются пики, *m/z*: 72 (молекулярный ион); 57, 56, 42 (основные осколочные ионы). Спектр ПМР состоит из одного сигнала, спектр ЯМР <sup>13</sup>C состоит из двух сигналов. Какова структурная формула углеводорода? Напишите схему его масс-спектрального распада.
2. Углеводород не поглощает УФ-излучение при 200-400 нм; ИК-спектр, см<sup>-1</sup>: 2800-3000, 1350, 1470; Масс-спектр, *m/z*: 86 (молекулярный ион): 71, 56, 57, 43 (основные осколочные ионы). Спектр ПМР состоит из двух сигналов, ЯМР <sup>13</sup>C-спектр состоит из 2 пиков. Какова структурная формула углеводорода? Напишите схему масс-спектрального распада углеводорода.
3. Углеводород поглощает УФ-излучение при 200-400 нм; ИК-спектр, см<sup>-1</sup>: 3000-3100, 2800-3000, 1350, 1470, 1600; Масс-спектр, *m/z*: 106 (молекулярный ион): 105, 104, 91 (осколочные ионы). Спектр ПМР состоит из двух сигналов, ЯМР <sup>13</sup>C-спектр состоит из 3 пиков. Какова структурная формула углеводорода? Напишите схему масс-спектрального распада углеводорода.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

**Приложение 1.**  
**Форма билета для экзамена**



**ФГБОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)**

**18.03.01 «Химическая технология»  
Химическая технология природных  
энергосителей и углеродных материалов  
Кафедра «Химические технологии»**

**Дисциплина «Химия нефти и газа»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Алканы. Физические и химические свойства. Содержание их в нефти, влияние на качество нефтепродуктов (*контроль знаний*).

2. Расположите в порядке возрастания времени удерживания компонентов на хроматограмме при разделении методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) следующей смеси: метилциклогексан, толуол, 2,3 – диметилгексан, нафталин (неподвижная фаза - вазелиновое масло) (*контроль умений*).

3. Углеводород, выделенный из бензина, не поглощает ультрафиолетовое излучение в области 200-400 нм, в его ИК-спектре имеются полосы поглощения, см<sup>-1</sup>: 2960, 1380, 1450. В масс-спектре данного углеводорода имеются пики, m/z; 72 (молекулярный ион); 57, 56, 42 (основные осколочные ионы). Спектр ПМР состоит из одного сигнала, спектр ЯМР <sup>13</sup>C состоит из двух сигналов. Какова структурная формула углеводорода? Напишите схему его масс-спектрального распада (*контроль умений и владений*).