

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Методические указания  
для практических занятий  
ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Направление подготовки   | 18.03.01 Химическая<br>технология                 |
| Направленность (профиль) | Основной органический и<br>нефтехимический синтез |

Ставрополь  
2026 г.

## **Введение**

Целью изучения дисциплины "Химия нефти и газа" является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Основные задачи изучения дисциплины:

—сформировать у студентов знаний о составе и свойствах нефтяных систем различного происхождения, а также о методах их исследования, хранения и переработки;

—заложить основу знаний по теории и практике процессов переработки нефти и газа на базе химического научного подхода к изучению строения углеводородных систем;

—привить навыки объяснения особенностей и закономерностей процессов, протекающих при переработке топлива;

—дать представления о физико-химической стороне технологии нефти и газа, позволяющие определять практические способы оптимизации производственных процессов;

—расширить теоретическую подготовку студентов направления подготовки по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

—приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим специалистам для принятия технически и экономически обоснованных решений при:

-организации и осуществлении входного контроля сырья и материалов, используемых при переработке нефти и газа, а также контроля качества продукции;

-планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов переработки нефти и газа;

-проектировании новых технологических схем, выборе технологических параметров, расчете и выборе оборудования;

-анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов.

**Темы практических занятий:**

Происхождение нефти и газа. Основные газonosные районы

Основные классы углеводородов нефти: алканы

Основные классы углеводородов нефти: циклоалканы

Арены и гибридные углеводороды нефти

Непредельные углеводороды.

Основные классы углеводородов нефти: алкены

Гетероатомные соединения нефти

Смолисто- асфальтеновые вещества нефти

Нефть и газ относятся к категории важнейших полезных ископаемых и в современном мире являются основными источниками энергии. В процессе переработки из них получают ценные продукты, используемые как топлива, масла, а также сырье для производства пластических масс, синтетических каучуков и смол, волокон и моющих средств, лекарственных препаратов и индивидуальных соединений (спиртов, альдегидов, кетонов, кислот и др.).

Нефть, получаемую непосредственно из скважин, называют сырой, в ней содержатся частицы горных пород, вода, растворенные соли и газы. Эти примеси вызывают коррозию оборудования и серьезные затруднения при транспортировании и переработке сырья. Важнейшими характеристиками сырой нефти, а также получаемых из нее нефтяных фракций и нефтепродуктов, являются: плотность, фракционный состав, вязкость, содержание воды, солей и механических примесей, оптические свойства и ряд других показателей.

Общая характеристика нефти, получаемая на основании установленного комплекса аналитических определений, осуществляется в лабораториях промыслового типа. Данные позволяют в первом приближении судить о типе нефти, выявлении закономерностей в изменении состава и свойств нефти.

Аналитический материал по общей характеристике необходим при исследовании нефтей новых разведочных районов, паспортизации месторождений и подсчете запасов. Для мировой практики наибольшей ценностью обладают сорта легкой маловязкой нефти с низким содержанием серы, воды, солей и механических примесей.

Нефтепродукты, за небольшим исключением, представляют собой сложные смеси, поэтому их качество оценивают суммой показателей, каждый из которых характеризует то или иное их свойство. Стандартами для каждого нефтепродукта устанавливается перечень нормируемых физико-химических свойств и допустимые значения каждой константы, которые определяются в основном назначением и условиями применения.

## **1. Качество нефти и нефтепродуктов**

Нефть, получаемую непосредственно из скважин, называют сырой. В ней содержатся частицы горных пород, вода, растворенные соли и газы.

Содержащаяся в нефти вода может быть в трех формах: растворенная, диспергированная и свободная. Содержание растворенной воды зависит в основном от химического состава нефти, нефтепродуктов и температуры. С повышением температуры растворимость воды увеличивается во всех углеводородах. Наибольшей растворяющей способностью по отношению к воде обладают ароматические углеводороды. Чем выше содержание в нефти ароматических углеводородов, тем выше в ней растворимость воды.

При снижении температуры растворимость воды в нефти и нефтепродуктах уменьшается и вода может выделяться в виде дисперсных частиц, образуя водонефтяные эмульсии. В монодисперсных эмульсиях содержание воды может достигать до 74 %. В реальных условиях водонефтяные эмульсии являются полидисперсными.

В сырой нефти обычно находится буровая вода, содержащая значительное количество минеральных солей, главным образом хлоридов натрия, магния и кальция, вызывающих сильную хлористо-водородную коррозию оборудования технологических установок при переработке сырья.

Неуглеводородные компоненты, содержащиеся в нефти, являются источником коррозионно-активных соединений, образующихся в процессе переработки нефти. Они являются причиной коррозии оборудования технологических установок, а также снижения выхода светлых фракций нефти, ухудшения качества получаемых продуктов. Общее содержание указанных компонентов в нефти достигает 2...5 % мас. По растворимости в нефти коррозионно-активные компоненты подразделяют на олеофобные и олеофильные. К олеофобным относятся вещества, нерастворимые и диспергированные в нефти: вода, растворенные в ней соли, механические примеси (песок, глина и др.), свободный сероводород и кислород.

Олеофильные компоненты являются потенциальными источниками коррозионных соединений, образующихся в процессах переработки нефти. Исследованиями установлено, что часто летучие хлорорганические соединения (ХОС) попадают в больших количествах в нефть в процессе ее добычи. Их закачивают в нефть для различных технологических нужд (промывка скважин, их глушение, для растворения асфальто-смолопарафиновых отложений, для увеличения объемов добычи нефти и т. п.).

Наличие солей и механических примесей вызывает эрозию и засорение труб печей и теплообменников, понижает коэффициент теплопередачи и повышает зольность мазутов и гудронов. Кроме того, наличие в нефти растворенных солей вызывает коррозию аппаратуры и оборудования из-за образования соляной кислоты, которая выделяется при гидролизе некоторых хлористых солей, особенно хлорида магния.

Таким образом, хлорорганические соединения являются дополнительными к неорганическим хлоридам источниками хлористоводородной коррозии оборудования, используемого для переработки нефти. Их наличие в нефти является потенциально опасным для нефтеперерабатывающих предприятий, и выявляются они лишь в процессе очистки технологического оборудования, трубопроводов и резервуаров.

Содержание воды и солей неорганических кислот зависит от условий залегания нефти, ее добычи и транспорта. Присутствие воды в пробе нефти влияет на точность определения состава и свойств и затрудняет проведение исследований. Также наличие воды в нефти затрудняет ее перегонку, вызывая переброс (бурное вскипание воды, пары которой увлекают за собой нефть).

Сырая нефть перед поступлением на нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) должна быть обезвожена и обессолена; содержание воды не должно превышать 0,1 %, хлористых солей – 40 мг/л.

Требования к содержанию в нефти хлористых солей и условия проведения анализа устанавливают ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» и ГОСТ 21534–76 «Нефть. Методы определения содержания хлористых солей».

Одним из показателей испаряемости и содержания легких углеводородов служит давление насыщенных паров. По давлению насыщенных паров можно судить о наличии легкоиспаряющихся фракций в нефтях, способных образовывать паровые пробки.

Для простых жидкостей давление насыщенных паров определяется только природой жидкости и температурой, а для сложных (например, нефти) – зависит также и от отношения объема паровой фазы к объему жидкой. Чем больше содержится углеводородов с низкой температурой кипения, тем выше его испаряемость, давление насыщенных паров и склонность к образованию паровых пробок. Поэтому давлением насыщенных паров топлива называют то давление, которое оказывают его пары в условиях равновесного состояния с жидкостью при данной температуре и данном соотношении жидкой и паровой фаз.

Например, давление насыщенных паров бензинов должно быть достаточно высоким, чтобы обеспечить пуск двигателя при низких температурах, и вместе с тем не слишком большим, чтобы предотвратить образование паровых пробок в топливоподающей системе. Давление насыщенных паров нормируется ГОСТ 1756-2000: для летних бензинов – до 67,0 кПа, зимних – 66,7...93,3 кПа.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Что входит в состав минеральных примесей в нефти?
2. Какой стандартный метод используется для определения содержания механических примесей в нефти?

3. Как влияет присутствие механических примесей на геохимические методы исследования нефти и эксплуатационные качества нефтепродуктов?
4. Причины появления хлористых солей в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
5. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии хлористых солей в нефти/нефтепродукте. Как протекает коррозия при одновременном присутствии и серы?
6. В чем сущность метода определения содержания хлористых солей в нефти?
7. Причины появления органических хлоридов в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
8. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии органических хлоридов в нефти/нефтепродукте.
9. В чем сущность метода определения содержания органических хлоридов в нефти?
10. Как сказывается присутствие воды на переработке нефти и эксплуатационные свойства нефтепродуктов?
11. Каким методом определяют содержание воды в нефти? В чем сущность данного метода?
12. Какие требования предъявляют к товарной нефти по содержанию в ней воды, механических примесей и солей?
13. О чем можно судить по показателю давления насыщенных паров?
14. Каким должно быть давление насыщенных паров бензина? Назовите нормы показателя давления насыщенных паров по ГОСТу для летних и зимних сортов бензинов.
15. На чем основано действие бомбы Рейда?
16. Что происходит при образовании паровых пробок в системе питания двигателя?
17. Что является основным фактором, влияющим на образование паровых пробок?

## **2. Фракционный состав нефти и нефтепродуктов**

Одной из основных характеристик нефти и нефтепродуктов является фракционный состав.

Фракционированием называется разделение сложной смеси компонентов на смеси более простого состава. Основным методом фракционирования является разделение по температурам кипения, т. е. перегонка и ректификация.

Перегонка (дистилляция) – это физический метод разделения, основанный на испарении жидкости и конденсации паров, обогащенных легколетучим компонентом.

Термин «дистилляция» означает «разделение по каплям». Поэтому установилось понятие о фракционном составе нефти и нефтепродуктов как о выходе (по объему или по массе) отдельных погонов – фракций, выкипающих в определенных температурных интервалах или до определенной температуры.

Ректификация – физический метод разделения, основанный на многократном противоточном контакте жидкой и паровой фаз. При этом паровая фаза обогащается низкокипящим компонентом, а жидкая – высококипящим.

Фракционный состав нефти дает представление о количественном содержании бензиновых, керосиновых и масляных фракций. Данные по фракционному составу позволяют сравнивать нефти различных месторождений или различных тектонических блоков и горизонтов, а также могут быть использованы и в геохимическом плане.

В технических условиях на авиационные и автомобильные бензины, авиационные тракторные и осветительные керосины, дизельные топлива одним из важнейших показателей является фракционный состав. При проведении разгонки для этих нефтепродуктов в стандартных условиях нормируются: температура начала кипения, температуры при

которых отгоняется 10, 50, 90, 97 об. % от загрузки, а также остаток (в %) и иногда температура конца кипения.

Фракционный состав моторных топлив имеет очень важное эксплуатационное значение, так как характеризует их испаряемость в двигателях и давление паров при различных температурах и давлениях.

Температура начала кипения и особенно температура выкипания 10 % топлива характеризует пусковые свойства топлива. Чем ниже эта температура, тем, следовательно, больше в топливе легкоиспаряющихся веществ и тем легче можно запустить двигатель и при более низкой температуре. Однако чрезмерное облегчение фракционного состава, особенно для авиатоплив, недопустимо, так как приводит к образованию газовых пробок в топливоподающей системе и прекращению подачи топлива в камеру сгорания. Поэтому температура начала кипения нормируется всегда не ниже определенной величины. Температура выкипания в 50 % оказывает решающее влияние на быстроту прогрева запущенного на ходу двигателя и на соответствующий расход топлива. Не меньшее значение имеет и полное испарение топлива, что по данным стандартной разгонки хорошо характеризуется температурами выкипания 90,97...98 % и конца кипения. При повышении этих температур уменьшается полнота испарения топлива, что влечет за собой неравномерность в его распределении по цилиндрам двигателя.

При атмосферной перегонке нефти получают следующие фракции, выкипающие до 350 °С (светлые дистилляты):

- • от н. к. (начало кипения) до 140 °С – бензиновая фракция;
- • 140...180 °С – лигроиновая (тяжелая нефтя);
- • 140...220 °С – керосиновая фракция;
- • 180...350 °С (220...350 °С) – дизельная фракция (легкий газойль, соляровый дистиллят).

Фракции, выкипающие до 200 °С, называют легкими, или бензиновыми, от 200 до 300 °С – средними, или керосиновыми, выше 300 °С – тяжелыми, или масляными. Все фракции, выкипающие до 300...350 °С,

называют светлыми. Остаток после отбора светлых дистиллятов (выше 350 °С) – называется мазутом. Мазут разгоняют под вакуумом. При этом получают следующие фракции в зависимости от направления переработки нефти:

1. Для получения топлива:

- • 350...500 °С – вакуумный газойль (вакуумный дистиллят);
- • более 500 °С – вакуумный остаток (гудрон).

2. Для получения масел:

- • 300...400 °С – легкая фракция;
- • 400...450 °С – средняя фракция;
- • 450...490 °С – тяжелая фракция;
- • более 490 °С – гудрон.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие варианты дистилляции нефти вам известны?
2. Дайте определение понятия фракционного состава нефти.
3. На какие типы подразделяют нефть в соответствии со стандартной технологической классификацией?
4. Как определяют температуру завершения процесса разгонки?
5. Что называется фракционным составом нефти?
6. Для каких целей необходимо знание фракционного состава нефти?
7. Фракционный состав – это характеристика смеси веществ или индивидуального вещества?
8. Какими методами определяют фракционный состав нефти?
9. Какой процесс лежит в основе большинства лабораторных методов определения фракционного состава нефти?
10. Чем отличаются методы перегонки и ректификации?
11. Чем отличаются методы непрерывной и периодической перегонки?
12. Какой метод позволяет наиболее четко разделять компоненты нефти по фракциям в зависимости от температур кипения?
13. Какой метод разделения нефти позволяет получить сведения о

количестве фракций, выкипающих при температурах выше 320...350 °С?

14. Какими температурами характеризуется фракция нефти?

15. Какова максимальная температура отбора нефтяных фракций? 16. Как называются фракции нефти, выкипающие до 200 °С?

17. Как называются фракции нефти, выкипающие в интервале температур 200...300 °С?

18. Как называются фракции нефти, выкипающие выше 300 °С?

19. Как называется остаток после отбора светлых фракций нефти?

20. Укажите температурные пределы выкипания бензиновой фракции.

21. Укажите температурные пределы выкипания керосиновой фракции.

22. Укажите температурные пределы выкипания дизельной фракции.

23. Что такое кривая ИТК?

### **3. Определение физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов**

Нефть – горючая, маслянистая жидкость со специфическим запахом от светло-коричневого (почти бесцветного) до темно-бурого (почти черного) цвета. В настоящее время в России действует государственный стандарт Р 51858-2002, в котором прописаны основные характеристики нефти, добываемой на территории Российской Федерации.

В соответствии с этим стандартом приняты два определения нефти:

*Сырая нефть* – жидкая природная ископаемая смесь углеводородов широкого физико-химического состава, которая содержит растворенный газ, воду, минеральные соли, механические примеси и служит основным сырьем для производства жидких энергоносителей (бензина, керосина, дизельного топлива, мазута), смазочных масел, битума и кокса.

*Товарная нефть* – нефть, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов, принятых в установленном порядке.

С химической точки зрения нефть представляет собой сложную смесь органических соединений, основу которой составляют углеводороды различного строения. Состав и строение нефти различных месторождений нередко сильно отличаются друг от друга.

К основным характеристикам нефти и нефтепродуктов относятся:

- плотность;
- вязкость;

- молекулярная масса (вес);
- содержание серы;
- температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения;
- температуры застывания, помутнения и начала кристаллизации.

**Плотность** нефти является важным показателем, оказывающим существенное влияние на рентабельность проектов разработки месторождений и ее рыночную стоимость, и зависит от химической природы составляющих веществ, молекулярной массы компонентов, фракционного состава, присутствия растворенных газов, содержания смолистых веществ и т. д. По мере увеличения геологического возраста и глубины залегания плотность нефти в основном уменьшается. Более высокая плотность указывает на высокое содержание ароматических углеводородов и смолисто-асфальтеновых веществ, а низкая – на преобладание парафиновых углеводородов в нефти. Чем меньше плотность нефти, тем легче процесс ее переработки и выше качество получаемых из нее нефтепродуктов.

Следует иметь в виду, что результаты определения плотности искажаются при наличии в исходной пробе нефти (нефтепродукта) воды и механических примесей.

Плотностью называется масса единицы объема вещества (нефти, нефтепродукта). Единицей плотности является г/см<sup>3</sup> или кг/м<sup>3</sup>.

Плотность различной по составу нефти находится в пределах от 0,78 до 1,00 г/см<sup>3</sup>, но в большинстве случаев укладывается в более узкие пределы 0,83...0,96 г/см<sup>3</sup>.

Плотность – один из важнейших и широко употребляемых параметров характеристики нефти и нефтепродуктов, а также индивидуальных углеводородов. Определение плотности нефти и нефтепродуктов облегчает расчеты, связанные с вычислением их массового количества. Учет количества нефти и нефтепродуктов в объемных величинах вызывает неудобства, т. к. объем жидкости зависит от температуры. Зная объем и плотность при приеме, отпуске и учете нефти и нефтепродуктов, можно выражать их количество в массовых единицах. Это очень важно как для конструктивно-расчетных исследований, так и для практической работы на местах производства, транспортировки и потребления нефти и нефтепродуктов.

Плотность используется в исследовательской практике при расчете структурно-группового состава по методу n-d-M, при анализе углеводо-

родных фракций рефрактометрическими методами. Плотность также является нормируемым показателем для некоторых нефтепродуктов (топливо для реактивных двигателей, бензин-растворитель, некоторые марки мазутов, авиационные масла, вазелиновое медицинское масло, бензол, толуол, ксилол).

Согласно российскому ГОСТ Р 51858–2002 товарную нефть (сырая нефть, подготовленная к поставке потребителю) подразделяют по плотности на пять типов.

**Температурой вспышки** называется температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в определенных условиях, образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. По температуре вспышки нефтепродукты делятся на легко-воспламеняющиеся и горючие. К легковоспламеняющимся относятся нефтепродукты, имеющие температуру вспышки паров не более 61 °С в закрытом тигле (не более 66 °С в открытом тигле).

Легковоспламеняющимися нефтепродуктами являются моторные топлива. Так, автомобильный бензин имеет температуру вспышки в закрытом тигле – 50 °С, авиационный – 30 °С. Топлива для реактивных двигателей, в зависимости от сортности, должны иметь температуру вспышки не ниже 28...60 °С, а топлива для быстроходных дизелей – 35...61 °С. Температура воспламенения дизельных топлив находится в пределах 57...119 °С и всегда выше температуры вспышки.

Температура самовоспламенения нефтепродукта с увеличением его молекулярной массы уменьшается: если бензины самовоспламеняются при температурах выше 500 °С, то дизельные топлива при 300...330 °С. По температурам вспышки, воспламенения и самовоспламенения оценивают пожаро- и взрывоопасность нефти и нефтепродукта.

**Низкотемпературные свойства.** Образование структуры или просто выпадение в осадок отдельных компонентов при охлаждении нефти и нефтепродуктов (например, кристаллизация парафинов в нефтях, дизельных топливах и смазочных маслах) крайне нежелательно. При охлаждении индивидуального химического соединения происходит его переход из жидкого состояния в твердое при постоянной температуре, называемой *температурой затвердевания*. При нагревании твердое вещество превращается в жидкость и при постоянной температуре, называемой температурой плавления. Каждое индивидуальное химическое

соединение имеет свою температуру плавления, которая является его физической константой.

Нефть и нефтепродукты не имеют определенной температуры перехода из одного агрегатного состояния в другое. При понижении температуры отдельные компоненты нефти и нефтепродуктов становятся более вязкими и малоподвижными, а некоторые переходят в твердое состояние и выделяются в виде осадка. Поэтому признаки, по которым приходится судить о низкотемпературных свойствах нефти и нефтепродуктов, выбраны условно, а сами определения проводятся по стандартным методикам.

Для характеристики низкотемпературных свойств введены следующие показатели: для нефти, нефтяных масел, дизельных и котельных топлив – *температура потери текучести* (стандарт ИСО 3016) или *температура застывания* (ГОСТ 20287–91); для карбюраторных, реактивных и дизельных топлив – *температура помутнения* (стандарт ИСО 3015); для моторных топлив – определение *точки замерзания* (стандарт ИСО 3013) или *температура начала кристаллизации* (ГОСТ 5066–91).

*Температура помутнения и начала кристаллизации* – такая температура, при которой появляются мелкие кристаллы в виде облака в жидкости при охлаждении ее в определенных условиях, нефтепродукт приобретает мутный цвет. При дальнейшем понижении температуры образец приобретает неподвижность. Кристаллизация парафинов (и помутнение) в нефтепродуктах наступает несколько раньше, чем нефтепродукт полностью застынет. По этому показателю судят о гигроскопичности карбюраторных и реактивных топлив и о возможности выпадения кристаллов льда, засоряющих топливоподающую систему, что чрезвычайно опасно при эксплуатации авиационных двигателей и автомобильных зимой. Это определяют визуально, сопоставляя охлаждаемый образец нефтепродукта с прозрачным эталоном по ГОСТу. Метод применим для определения температуры помутнения нефтепродуктов, прозрачных в слое толщиной 40 мм и имеющих температуру помутнения ниже +49 °С.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Что такое «температура вспышки нефтепродукта»?
2. Как оценивается огнеопасность нефтепродукта?
3. Как устроен прибор для определения температуры вспышки нефтепродуктов в открытом и закрытом тигле?

4. Что такое «температура самовоспламенения нефтепродукта»?
5. Понятие молекулярной массы вещества, смеси соединений.
6. Как зависит молекулярная масса от концентрации вещества в растворителе?
7. Какие существуют методы определения молекулярной массы, углеводородных систем, нефтепродуктов, нефтяных фракций?
8. Какие расчетные методы используют для определения молекулярной массы нефтепродуктов, нефтяных фракций?
9. Понятия абсолютной и относительной плотности вещества, смеси веществ.
10. Назовите стандартные способы определения плотности нефти и нефтепродуктов.
11. Как определяют водное число, «видимую» и действительную плотность пикнометрическим методом?
12. Как зависит плотность вещества от температуры?
13. Понятие вязкости жидкости, сущность стандартного метода измерения вязкости нефти, нефтепродуктов.
14. Каким методом определяют кинематическую, динамическую, условную вязкость нефти, нефтепродуктов?
15. Какая существует взаимосвязь между вязкостью и полярностью веществ?
16. Как влияет температура на показатели вязкости углеводородов?
17. Как производят расчет индекса вязкости
18. Понятие температуры помутнения, потери текучести, температуры застывания, их практическое значение.
19. Каким стандартным способом можно определить температуру помутнения и потери текучести нефти, нефтепродукта?

#### **Перечень основной литературы:**

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : ИД "ФОРУМ" : ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

#### **Перечень дополнительной литературы:**

1. Технология переработки нефти : в 2 ч. : учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]] ; под ред. О. Ф.

Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. - М. : Химия : КолосС, 2005. - 400 с.

2. Химия нефти и газа : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - [2-е изд., перераб.]. - Ленинград : Химия, 1989. - 424 с.

3. Химия нефти / под ред. З. И. Сюняева. - Ленинград : Химия, 1984. - 360 с.

4. Переверзев, А. Н. (Северо-Кавказский государственный технический университет). Технология нефти и газа : учеб. пособие / Переверзев А. Н. ; М-во Рос. Федерации. СевКавГТУ. - Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. - 143 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## **Методические указания для Лабораторных работ**

### **ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Направление подготовки   | 18.03.01 Химическая<br>технология                 |
| Направленность (профиль) | Основной органический и<br>нефтехимический синтез |

Ставрополь  
2026 г.

## **Введение**

Целью изучения дисциплины "Химия нефти и газа" является формирование набора профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Основные задачи изучения дисциплины:

—сформировать у студентов знаний о составе и свойствах нефтяных систем различного происхождения, а также о методах их исследования, хранения и переработки;

—заложить основу знаний по теории и практике процессов переработки нефти и газа на базе химического научного подхода к изучению строения углеводородных систем;

—привить навыки объяснения особенностей и закономерностей процессов, протекающих при переработке топлива;

—дать представления о физико-химической стороне технологии нефти и газа, позволяющие определять практические способы оптимизации производственных процессов;

—расширить теоретическую подготовку студентов направления подготовки по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

—приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых будущим специалистам для принятия технически и экономически обоснованных решений при:

-организации и осуществлении входного контроля сырья и материалов, используемых при переработке нефти и газа, а также контроля качества продукции;

-планировании и проведении научных исследований с целью создания новых процессов переработки нефти и газа;

-проектировании новых технологических схем, выборе технологических параметров, расчете и выборе оборудования;

-анализе и оценке альтернативных вариантов технологической схемы и отдельных узлов.

### **Тема лабораторных работ;**

Внешний вид и физические свойства нефти, газовых конденсатов и нефтепродуктов.

Определение плотности нефти и нефтепродуктов ареометром.

Определение плотности нефти и нефтепродуктов пикнометром.

Метод определения кинематической вязкости нефти и нефтепродуктов.

Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах методом потрескивания.

Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах по методу Дина и Старка.

Определение температуры застывания нефти и нефтепродуктов

Определение механических примесей в нефти и нефтепродуктах.

Определение фракционного состава нефти.

Физические и физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов

Молекулярная спектроскопия

Способы разделения нефти, нефтепродуктов и газа на компоненты

## 1.1. Определение содержания механических примесей в нефти и нефтепродуктах

*Цель работы: определить количественное содержание механических примесей в нефти, нефтепродуктах.*

Стандартная методика (ГОСТ 6370-83) определения общего содержания механических примесей основана на способности всех органических компонентов нефти растворяться в органических растворителях. Нерастворившийся остаток, задерживаемый фильтром при фильтровании раствора нефти или нефтепродукта, характеризует содержание в них механических примесей, которое определяют гравиметрическим способом.

*Приборы, реактивы, материалы.* Фильтр бумажный беззольный, стаканы (стеклянные)  $V = 500 \text{ см}^3$  и  $V = 100 \text{ см}^3$ , стеклянная коническая воронка, стеклянная палочка. Спирт этиловый, смесь спирта и толуола 1:1 (об. части), смесь хлороформа и спирта 93:7 (об. части).

*Порядок проведения работы:*

1. Пробу нефти (нефтепродукта) тщательно перемешивают встряхиванием в течение 5...10 мин. Емкость должна быть заполнена менее чем на  $\frac{3}{4}$  объема. Тяжелые нефтепродукты, вязкую, парафинистую нефть рекомендуется предварительно нагреть до температуры  $+40...+70 \text{ }^\circ\text{C}$ .

2. Фильтр промывают тем же растворителем, который применяют при испытании, либо спиртом, помещают в стаканчик, сушат в сушильном шкафу при  $T = +105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 30...40 мин, после чего охлаждают и взвешивают.

3. В стакан вместимостью  $500 \text{ см}^3$  помещают пробу испытуемого образца (предварительно взвесив его массу или измерив объем) и разбавляют подогретым на водяной бане растворителем (объем растворителя к массе пробы 5:1), тщательно перемешивая. Нефть маловязкую берут в количестве 50 г, высоковязкую – 25 г.

4. Содержимое стакана очищают через фильтр, помещенный в стеклянную коническую воронку, при этом раствор наливают по стеклянной палочке, наполняя воронку не более чем на  $\frac{3}{4}$  высоты фильтра. Фильтр промывают до тех пор, пока капля фильтрата не будет оставлять масляного пятна после испарения на чистой фильтровальной бумаге. Остаток в колбе смывают на фильтр растворителем.

5. По окончании промывки фильтр с осадком переносят в стаканчик, сушат при  $T = +105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 45 мин, охлаждают и взвешивают.

Содержание мехпримесей  $X$  (% мас.) вычисляют по формуле  $X = 100 \cdot (\Phi_M - \Phi) / G$ ,

где  $G$  – масса нефти, г;  $\Phi$  – масса пустого фильтра, г;  $\Phi_M$  – масса фильтра с мехпримесями, г.

## **1.2. Определение содержания хлористых солей в нефти**

*Цель работы: определить содержание хлористых солей в нефти.*

Сущность метода заключается в извлечении хлористых солей из нефти водой и индикаторном или потенциометрическим титрованием их в водной вытяжке (ГОСТ 21534-76. Метод А).

*Приборы, реактивы, материалы.* Воронка делительная стеклянная ( $500 \text{ см}^3$ ) с винтовой или лопастной металлической мешалкой (рис. 1.1); электродвигатель, обеспечивающий частоту вращения мешалки не менее  $10 \text{ с}^{-1}$ ; рН-метр (потенциометр); магнитная мешалка; электроды – индикаторный серебряный и сравнительный стеклянный; цилиндры вместимостью 10, 25, 50, 100, 250 мл; колбы; пипетки; бюретки; стаканчики для титрования стеклянные; натрий хлористый  $0,01 \text{ моль/дм}^3$ ; 1,5-дифенилкарбазид 1%-й спиртовой раствор; кислота азотная  $0,2 \text{ моль/дм}^3$ ; раствор нитрата ртути  $0,005 \text{ моль/дм}^3$ ; серебро азотнокислое (раствор)  $0,01 \text{ моль/дм}^3$ ; вода горячая дистиллированная; бумага фильтровальная; ацетон; толуол; спирт этиловый.

*Порядок проведения работы.* Пробу анализируемой нефти хорошо перемешивают в течение 10 мин встряхиванием в склянке, заполненной не более чем на  $2/3$  объема, затем отбирают цилиндром или пипеткой образец нефти в количестве, указанном в табл. 1.1. Отобранный образец нефти переносят в делительную воронку с мешалкой. Со стенок цилиндра остаток нефти смывают  $20 \text{ см}^3$  толуола и также переносят в делительную воронку. Содержимое воронки перемешивают 1...2 мин мешалкой. К пробе анализируемой нефти приливают  $100 \text{ см}^3$  горячей дистиллированной воды и экстрагируют хлориды, перемешивая содержимое воронки 10 мин.

После экстракции водный слой пропускают через фильтр, помещенный в конусообразную воронку, в коническую колбу. Фильтр промывают 3–4 раза по  $10...15 \text{ см}^3$  горячей дистиллированной водой. Для полноты извлечения хлоридов приготовить несколько водных вытяжек, при этом каждую экстракцию проводить не менее 5 мин.

Определение хлоридов осуществляется титрованием водной вытяжки раствором азотнокислой ртути. Наливают в коническую колбу 150 см<sup>3</sup> охлажденной водной вытяжки, 2 см<sup>3</sup> раствора 2 моль/дм<sup>3</sup> азотной кислоты, 10 капель дифенилкарбазида и титруют 0,005 моль/дм<sup>3</sup> раствором нитрата ртути до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Цвет анализируемого раствора следует сравнить с цветом дистиллированной воды.

При проведении контрольного опыта в коническую колбу налить 150 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 2 см<sup>3</sup> раствора 2 моль/дм<sup>3</sup> азотной кислоты, 10 капель дифенилкарбазида и титровать 0,005 моль/дм<sup>3</sup> раствором нитрата ртути до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

### **1.3. Определение содержания хлорорганических соединений**

Сущность метода заключается в перегонке нефти для получения нафты (фракции, выкипающей до 204 °С), восстановлении в ней бифенилом натрия органических хлоридов в неорганические соли, экстракции их водным раствором щелочи и потенциометрическом титровании экстракта раствором нитрата серебра.

*Приборы, реактивы, материалы.* Аппарат для перегонки нефти; воронка делительная стеклянная (250 см<sup>3</sup>); рН-метр (потенциометр); электроды – индикаторный серебряный и сравнительный стеклянный; магнитная мешалка; цилиндры вместимостью 10, 25, 50, 100, 250 мл; колбы круглодонные; пипетки; бюретки 2,5 см<sup>3</sup>; стаканчики для титрования стеклянные; натрий хлористый 0,01 моль/дм<sup>3</sup>; раствор гидроокиси калия 1 моль/дм<sup>3</sup>; кислота азотная 5 моль/дм<sup>3</sup>; раствор нитрата ртути 0,005 моль/дм<sup>3</sup>; серебро азотнокислое (раствор) 0,01 моль/дм<sup>3</sup>; натрия бифенил (в ампулах по 15 см<sup>3</sup>); 2-пропанол; вода дистиллированная; бумага фильтровальная; бумага индикаторная «Конго красный»; ацетон; изооктан; толуол; спирт этиловый.

*Порядок проведения работы.* Пробу анализируемой нефти хорошо перемешивают в течение 10 мин; 500 см<sup>3</sup> испытуемого образца нефти помещают в круглодонную колбу, которую присоединяют к аппарату для перегонки.

Проводят перегонку (при атмосферном давлении) до получения показания термометра  $+204\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Полученную фракцию нефти (фракция, выкипающая до  $+204\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) взвешивают, переносят в делительную воронку и промывают 3 раза равными объемами раствора гидроокиси калия, затем промывают 3 раза равными объемами воды. Раствор гидроокиси калия удаляет сероводород, а вода – следы неорганических хлоридов.

После завершения промывок фракцию нефти фильтруют, чтобы удалить оставшуюся воду, собирают в чистую колбу с притертой пробкой и определяют массовую долю органических хлоридов с помощью бифенила натрия и потенциометрического титрования. Для этого помещают  $50\text{ см}^3$  толуола в делительную воронку вместимостью  $250\text{ см}^3$  и добавляют  $15\text{ см}^3$  бифенила натрия.

Смесь тщательно перемешивают и добавляют около 30 г взвешенной промытой фракции нефти, продолжая перемешивание. Полученный раствор (или суспензия) должен быть сине-зеленого цвета; если нет окраски, то добавляют бифенил натрия до появления цвета и снова перемешивают.

После перемешивания смесь выдерживают 10 мин для завершения реакции, затем добавляют  $2\text{ см}^3$  2-пропанола и вновь перемешивают до изменения цвета от сине-зеленого до белого. Затем добавляют  $20\text{ см}^3$  воды и  $10\text{ см}^3$  раствора азотной кислоты  $5\text{ моль/дм}^3$ , все тщательно перемешивают, водную фазу проверяют с помощью индикаторной бумаги до получения синего цвета. Водную фазу переносят в другую делительную воронку, содержащую  $50\text{ см}^3$  изookтана, хорошо встряхивают, переносят в стакан для титрования.

Экстракцию повторяют дважды. Водную фазу упаривают при слабом нагревании до  $25\text{...}30\text{ см}^3$ , охлаждают до комнатной температуры, добавляют  $100\text{ см}^3$  ацетона и титруют раствором нитрата серебра  $0,01\text{ моль/дм}^3$ . Строят зависимость измеренного потенциала от объема использованного раствора нитрата серебра, конечную точку определяют из средней точки перегиба кривой титрования. Проводят холостой опыт, используя все реактивы, кроме испытуемого образца нефти.

#### **1.4. Количественное определение воды в нефти и нефтепродуктах. Обезвоживание нефти**

*Приборы, реактивы, материалы.* Водяная или песчаная баня – 1 шт., электроплитка – 1 шт., приемник-ловушка – 1 шт., обратный холодильник – 1 шт., испаритель роторный – 1 шт., круглодонная колба (500 мл) – 2 шт., мерный цилиндр (1000 мл) – 1 шт., смесь гептан: толуол (1:1 по объему) – 100 мл.

*Порядок проведения работы.* Пробу нефти тщательно перемешивают встряхиванием в склянке в течение 5 мин. Высоковязкие нефть и нефтепродукты предварительно нагревают до 40...50 °С. Из перемешанной пробы нефти или нефтепродукта берут навеску 100 г в чистую сухую, предварительно взвешенную стеклянную колбу 1 (рис. 1.2).

Затем в колбу приливают 100 мл растворителя (гептан-толуол) и содержимое перемешивают. Для равномерного кипения в колбу бросают несколько стеклянных или фарфоровых кипелок. Колбу при помощи шлифа присоединяют к отводной трубке приемника-ловушки 2, а к верхней части приемника-ловушки на шлифе присоединяют холодильник 3. Приемник-ловушка и холодильник должны быть чистыми и сухими. Во избежание конденсации паров воды из воздуха верхний конец холодильника необходимо закрыть ватой.

Содержимое колбы нагревают с помощью электрической плитки. Перегонку ведут так, чтобы из трубки холодильника в приемник-ловушку попадали 2–4 капли в секунду.

Нагрев прекращают после того, как объем воды в приемнике-ловушке перестанет увеличиваться и верхний слой растворителя станет совершенно прозрачным. Продолжительность перегонки должна быть не менее 30 мин. Если на стенках трубки холодильника имеются капельки воды, то их сталкивают в приемник-ловушку стеклянной палочкой. После охлаждения испытуемого продукта до комнатной температуры прибор разбирают. Если количество воды в приемнике-ловушке не более 0,3 мл и растворитель мутный, то приемник помещают на 20...30 мин в горячую воду для осветления и снова охлаждают до комнатной температуры. После охлаждения определяют объем воды в приемнике-ловушке с точностью до одного верхнего деления.

Массовую долю воды  $X$ , %, рассчитывают по формуле  $X = 100V/G$ , где  $V$  – объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, мл;  $G$  – навеска нефти или нефтепродукта, г.

Результаты определения воды оформляют в виде табл.

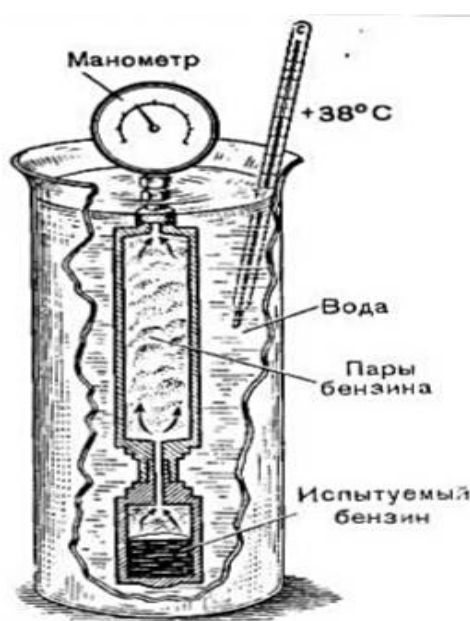
Количество воды в приемнике-ловушке 0,03 мл и меньше считается следами.

Расхождение между двумя параллельными определениями содержания воды не должны превышать одного верхнего деления занимаемой водой части приемника-ловушки.

### 1.5. Определение давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов

*Цель работы:* определить давление насыщенных паров бензина.

Определяется давление насыщенных паров с использованием бомбы Рейда (рис. 1.3). Действие прибора основано на использовании зависимости между измеряемым давлением и упругой деформацией одно-витковой пружины, движение свободного конца которой передаточным механизмом преобразуется в угловое перемещение указательной стрелки манометра.



*Приборы, реактивы, материалы.* Прибор для определения давления насыщенных паров (бомба Рейда), манометр, термостат, секундомер.

*Порядок выполнения работы.* Металлическую бомбу перед определением разбирают. Воздушную камеру выдерживают 20 мин в термостате с водой при температуре 37,8 °С. Это необходимо для удаления паров топлива от предыдущего испытания и для создания постоянной влажности воздуха при испытании. Охлажденную (до 0...4 °С) топлив-

ную камеру заполняют охлажденной пробой нефтепродукта. Затем присоединяют воздушную камеру к топливной, опрокидывают и сильно встряхивают несколько раз. Затем подготовленную бомбу погружают в нагретую до 37,8 °С водяную баню. Прибор устанавливают так, чтобы все надписи и цифровые обозначения читались нормально, а плоскость шкалы совпадала с вертикальной, и наблюдают за стрелкой манометра до ее полной остановки.

После погружения бомбы в термостат через 5 мин отмечают давление по манометру. Затем вынимают бомбу из бани, опрокидывают ее, сильно встряхивают, снова погружают в баню. Так повторяют через каждые 2 мин, наблюдая за давлением. Примерно через 15...20 мин последовательные отсчеты по манометру становятся постоянными, тогда отмечают показания манометра. За давление насыщенных паров бензина принимают среднее арифметическое из результатов нескольких параллельных испытаний.

#### **Контрольные вопросы и задания**

1. Что входит в состав минеральных примесей в нефти?
2. Какой стандартный метод используется для определения содержания механических примесей в нефти?
3. Как влияет присутствие механических примесей на геохимические методы исследования нефти и эксплуатационные качества нефтепродуктов?
4. Причины появления хлористых солей в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
5. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии хлористых солей в нефти/нефтепродукте. Как протекает коррозия при одновременном присутствии и серы?
6. В чем сущность метода определения содержания хлористых солей в нефти?
7. Причины появления органических хлоридов в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
8. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии органических хлоридов в нефти/нефтепродукте.
9. В чем сущность метода определения содержания органических хлоридов в нефти?

10. Как сказывается присутствие воды на переработке нефти и эксплуатационные свойства нефтепродуктов?
  11. Каким методом определяют содержание воды в нефти? В чем сущность данного метода?
  12. Какие требования предъявляют к товарной нефти по содержанию в ней воды, механических примесей и солей?
  13. О чем можно судить по показателю давления насыщенных паров?
  14. Каким должно быть давление насыщенных паров бензина? Назовите нормы показателя давления насыщенных паров по ГОСТу для летних и зимних сортов бензинов.
  15. На чем основано действие бомбы Рейда?
  16. Что происходит при образовании паровых пробок в системе питания двигателя?
  17. Что является основным фактором, влияющим на образование паровых пробок?
- 

### **Перечень основной литературы:**

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : ИД "ФОРУМ" : ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

#### **8.1.2. Перечень дополнительной литературы:**

1. Технология переработки нефти : в 2 ч. : учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]] ; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. - М. : Химия : КолосС, 2005. - 400 с.

2. Химия нефти и газа : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - [2-е изд., перераб.]. - Ленинград : Химия, 1989. - 424 с.

3. Химия нефти / под ред. З. И. Сюняева. - Ленинград : Химия, 1984. - 360 с.

4. Переверзев, А. Н. (Северо-Кавказский государственный технический университет). Технология нефти и газа : учеб. пособие / Переверзев А. Н. ; М-во Рос. Федерации. СевКавГТУ. - Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. - 143 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Методические указания  
для организации и проведения самостоятельной  
работы по дисциплине  
ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Направление подготовки

18.03.01 Химическая  
технология

Направленность (профиль)

Основной органический и  
нефтехимический синтез

Ставрополь  
2026 г.

## **1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

## **2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС**

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

### **3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

#### **4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС**

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

**Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.**

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

*Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:*

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

*студент может:*

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

## **5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.
2. Наличие умений, навыков умственного труда:
  - а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;
  - б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.
3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.
4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.
5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой. Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

*Работоспособность* - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого

отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых,

сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

## **6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И СПЕЦИАЛИСТА**

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в

области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности.

### **Вопросы для самостоятельной подготовки:**

#### **1. Качество нефти и нефтепродуктов**

##### **Контрольные вопросы и задания**

1. Что входит в состав минеральных примесей в нефти?
2. Какой стандартный метод используется для определения содержания механических примесей в нефти?
3. Как влияет присутствие механических примесей на геохимические методы исследования нефти и эксплуатационные качества нефтепродуктов?
4. Причины появления хлористых солей в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
5. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии хлористых солей в нефти/нефтепродукте. Как протекает коррозия при одновременном присутствии и серы?
6. В чем сущность метода определения содержания хлористых солей в нефти?
7. Причины появления органических хлоридов в нефти. Почему лимитируется их содержание в нефти?
8. Объясните, каким образом происходит коррозия оборудования при переработке в присутствии органических хлоридов в нефти/нефтепродукте.
9. В чем сущность метода определения содержания органических хлоридов в нефти?
10. Как сказывается присутствие воды на переработке нефти и эксплуатационные свойства нефтепродуктов?
11. Каким методом определяют содержание воды в нефти? В чем сущность данного метода?

12. Какие требования предъявляют к товарной нефти по содержанию в ней воды, механических примесей и солей?
13. О чем можно судить по показателю давления насыщенных паров?
14. Каким должно быть давление насыщенных паров бензина? Назовите нормы показателя давления насыщенных паров по ГОСТу для летних и зимних сортов бензинов.
15. На чем основано действие бомбы Рейда?
16. Что происходит при образовании паровых пробок в системе питания двигателя?
17. Что является основным фактором, влияющим на образование паровых пробок?

## **2. Фракционный состав нефти и нефтепродуктов**

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие варианты дистилляции нефти вам известны?
2. Дайте определение понятия фракционного состава нефти.
3. На какие типы подразделяют нефть в соответствии со стандартной технологической классификацией?
4. Как определяют температуру завершения процесса разгонки?
5. Что называется фракционным составом нефти?
6. Для каких целей необходимо знание фракционного состава нефти?
7. Фракционный состав – это характеристика смеси веществ или индивидуального вещества?
8. Какими методами определяют фракционный состав нефти?
9. Какой процесс лежит в основе большинства лабораторных методов определения фракционного состава нефти?
10. Чем отличаются методы перегонки и ректификации?
11. Чем отличаются методы непрерывной и периодической перегонки?
12. Какой метод позволяет наиболее четко разделять компоненты нефти по фракциям в зависимости от температур кипения?
13. Какой метод разделения нефти позволяет получить сведения о количестве фракций, выкипающих при температурах выше 320...350 °С?
14. Какими температурами характеризуется фракция нефти?
15. Какова максимальная температура отбора нефтяных фракций?
16. Как называются фракции нефти, выкипающие до 200 °С?
17. Как называются фракции нефти, выкипающие в интервале температур 200...300 °С?
18. Как называются фракции нефти, выкипающие выше 300 °С?
19. Как называется остаток после отбора светлых фракций нефти?
20. Укажите температурные пределы выкипания бензиновой фракции.
21. Укажите температурные пределы выкипания керосиновой фракции.
22. Укажите температурные пределы выкипания дизельной фракции.

23. Что такое кривая ИТК?

### **3. Определение физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов**

#### **Контрольные вопросы и задания**

4. Что такое «температура вспышки нефтепродукта»?
5. Как оценивается огнеопасность нефтепродукта?
6. Как устроен прибор для определения температуры вспышки нефтепродуктов в открытом и закрытом тигле?
20. Что такое «температура самовоспламенения нефтепродукта»?
21. Понятие молекулярной массы вещества, смеси соединений.
22. Как зависит молекулярная масса от концентрации вещества в растворителе?
23. Какие существуют методы определения молекулярной массы, углеводородных систем, нефтепродуктов, нефтяных фракций?
24. Какие расчетные методы используют для определения молекулярной массы нефтепродуктов, нефтяных фракций?
25. Понятия абсолютной и относительной плотности вещества, смеси веществ.
26. Назовите стандартные способы определения плотности нефти и нефтепродуктов.
27. Как определяют водное число, «видимую» и действительную плотность пикнометрическим методом?
28. Как зависит плотность вещества от температуры?
29. Понятие вязкости жидкости, сущность стандартного метода измерения вязкости нефти, нефтепродуктов.
30. Каким методом определяют кинематическую, динамическую, условную вязкость нефти, нефтепродуктов?
31. Какая существует взаимосвязь между вязкостью и полярностью веществ?
32. Как влияет температура на показатели вязкости углеводородов?
33. Как производят расчет индекса вязкости
34. Понятие температуры помутнения, потери текучести, температуры застывания, их практическое значение.
35. Каким стандартным способом можно определить температуру помутнения и потери текучести нефти, нефтепродукта?

### **Перечень основной литературы:**

1. Рябов, В. Д. Химия нефти и газа [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Рябов. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : ИД "ФОРУМ" : ИНФРА-М, 2014. - 334 с.

### **Перечень дополнительной литературы:**

1. Технология переработки нефти : в 2 ч. : учеб. пособие / [О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян [и др.]] ; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина, Ч.1, Первичная переработка нефти. - М. : Химия : КолосС, 2005. - 400 с.
2. Химия нефти и газа : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - [2-е изд., перераб.]. - Ленинград : Химия, 1989. - 424 с.
3. Химия нефти / под ред. З. И. Сюняева. - Ленинград : Химия, 1984. - 360 с.
4. Переверзев, А. Н. (Северо-Кавказский государственный технический университет). Технология нефти и газа : учеб. пособие / Переверзев А. Н. ; М-во Рос. Федерации. СевКавГТУ. - Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. - 143 с.