МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«Школа № 44»

Проектно-исследовательская деятельность

География

Тема: «Нефть и нефтепереработка на Рязанском НПЗ»

|  |  |
| --- | --- |
|  | Автор Габдуллина Диляра Вильнуровна,ученица 11 класса МБОУ «Школа №44»Руководитель Беликова Елена Борисовна, учитель географии МБОУ «Школа №44» |

г. Рязань

2022/2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc99818667)

[ГЛАВА 1. Нефть – чёрное золото 5](#_Toc99818668)

[1.1. Происхождение нефти и её запасы в недрах Земли 5](#_Toc99818669)

[1.2. Классификация нефти 8](#_Toc99818670)

[ГЛАВА 2. Переработка нефти и получение нефтепродуктов на Рязанском НПЗ. 10](#_Toc99818671)

[2.1. Обработка нефти и получение её нефтепродуктов на РНПЗ. 10](#_Toc99818672)

[ГЛАВА 3. Специальности, востребованные на РНПЗ. 15](#_Toc99818673)

[3.1. Что нужно сдавать и куда поступать. 15](#_Toc99818674)

[3.2. Карьера после окончания ВУЗа. 16](#_Toc99818675)

[ВЫВОДЫ 17](#_Toc99818676)

[БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 18](#_Toc99818677)

# ВВЕДЕНИЕ

Нефть – самый важный геологический ресурс на нашей планете. Это главная «стратегическая жидкость» наших дней. Она дает огромное количество сырья для производства топлива, различных пластмасс, лаков, красок, т. Е. того, без чего невозможно представить жизнь современного человека. Нефть добывают в 80 странах мира. Для большинства нефтяная промышленность стала главной, а иногда и единственной отраслью специализации. Нефть – это деньги, процветание страны, это жизнь. Мировая экономика полностью зависит от нефти.

Актуальность: одним из градообразующих предприятий г. Рязани является РНПЗ, работа на РНПЗ высокооплачиваема и желанна многими выпускниками рязанских ВУЗом и СУЗов, а, следовательно – актуальна.

Проблема: многие рязанские выпускники хотели бы работать на РНПЗ, но не знают, как стать соискателем желаемой должности. Данный проект призван помочь решить эту проблему и является профориентационным.

Цель: познакомиться с процессами нефтепереработки, в том числе и на РНПЗ.

Задачи: дать краткий обзор теоретических сведений о нефти и нефтепереработке, описанных в современных литературных источниках, изучить технологии нефтепереработки на РНПЗ, выяснить профессии людей, работающих на РНПЗ, составить список специальностей высших и средних учебных заведений г. Рязани, готовящих специалистов для РНПЗ.

Объект исследования: нефтепереработка.

Предмет: технологии нефтепереработки, в том числе на РНПЗ, специальности, востребованные на нефтеперерабатывающих заводах.

Гипотеза: огромное градообразующее предприятие постоянно требует пополнения кадрового состава, а значит, что специалисты в области нефтепереработки всегда востребованы.

Методы: анализ научной литературы, работа с интернет-источниками.

Практическая значимость проекта: материал данного проекта может быть использован в рамках профориентационной работы со школьниками г. Рязани и Рязанской области.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Существует обширная литература по данной теме.

Для повествования о происхождении нефти в недрах Земли, были взяты за основу работы А.А. Бакирова «Происхождение нефти» и В.В. Вебера «Основные пути генезиса нефти», «Дагенетическая стадия образования нефти и газа» [1], [4], [5].

О классификации нефти подробно описано в трудах А.К. Мановяна «Технология первичной переработки нефти и природного газа» и В.А. Соколова «Химический состав нефти и природных газов в связи с их происхождением» [8], [10].

Принцип обработки нефти детально демонстрируют работы А.К. Мановяна «Технология первичной переработки нефти и природного газа» и В.Н. Эриха «Химия нефти и газа» [10], [11].

Классификации нефтепродуктов и их производство рассмотрено в работах В.Н. Эриха «Химия нефти и газа» и Б.С. Рачевского «Сжиженные углеводородные газы» [9], [11].

Производство углеводородных газов, их обработка и сфер применения описано в работе Б.С. Рачевского «Сжиженные углеводородные газы» [9].

О роли нефти в развитии человеческой цивилизации и истории борьбы за нефть описано в произведении Даниела Ергина «Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть» [12]. Автор описывает борьбу за богатство и власть, которая в течение десятилетий сопутствовала нефтедобыче и которая будет вечным топливом глобального противостояния, потрясающим мировую экономику и меняющим судьбы отдельных людей и целых государств.

# ГЛАВА 1. Нефть – чёрное золото

* 1. **Происхождение нефти и её запасы в недрах Земли**

Нефтеобразование — стадийный, длительный процесс образования нефти из органического вещества осадочных пород, т.е. остатков древних живых организмов, согласно доминирующей биогенной теории происхождения нефти. Данный процесс занимает десятки и сотни миллионов лет.[1]

В 1906 году Г. П. Михайловский сформировал следующие основные положения о нефти:

1. исходное для нефти органическое вещество было смешанным (растительным и животным);
2. захоронение его происходило в глинистых илах (не в песчаных отложениях, как считали многие геологи тех лет);
3. начальная стадия преобразования материнского органического вещества обусловлена деятельностью бактерий, как аэробных, так и анаэробных; последующие стадии процесса — физико-химические, при которых главнейшие действующие факторы — давление и температура;
4. первичная нефть рождается диффузно-рассеянной;
5. скопление нефти в коллекторах представляет вторичный процесс;
6. формирование залежей нефти является результатом тектонических нарушений, в частности следствием образования антиклиналей.

Также были сформированы теории происхождения нефти: органического (биогенного) и неорганического (абиогенного) происхождения нефти, при этом учёные, опираясь на факты, больше склоняются к органическому происхождению нефти, поэтому поиск и добыча нефти ведутся в соответствии с предсказаниями биогенной теории.

**Биогенное происхождение**

При захоронении органического вещества (остатков зоопланктона и водорослей) сапропелевого типа в водно-осадочных отложениях происходит его постепенное преобразование. В условиях древних тёплых морей, богатых питательными веществами, органическое вещество поступало на дно быстрее, чем могло разложиться. При погружении осадков на глубину 3-6 км с повышением температуры свыше +50 °C органическое вещество подвергается термическому и термокаталитическому распаду полимерлипоидных и других компонентов, при котором могут образовываться жидкие углеводороды. Жидкие нефтяные углеводороды имеют повышенную подвижность и микронефть может мигрировать из нефтематеринских пород по коллекторам, собираясь в ловушках. В результате движения континентов некоторые ловушки могут остаться на территории континентов или шельфа, однако бо́льшая часть органических осадков при движении океанической коры попадает в зону субдукции.

Процесс нефтеобразования занимает от 50 до 350 млн. лет.

Выделяют следующие стадии органического нефтеобразования:

1. Осадконакопление — остатки живых организмов выпадают на дно водных бассейнов;
2. Диагенез — процессы уплотнения, обезвоживания и биохимические процессы в условиях ограниченного доступа кислорода;
3. Протокатагенез — опускание пласта органических остатков на глубины до 1,5—2 км при медленном подъёме температуры и давления;
4. Мезокатагенез — опускание пласта органических остатков на глубину до 3—4 км при подъёме температуры до +150°C. При этом органические вещества подвергаются термокаталитической деструкции, в результате чего образуются битуминозные вещества, составляющие основную массу микронефти. Далее происходит отгонка нефти за счёт перепада давления и эмиграционный вынос микронефти в песчаные пласты-коллекторы, а по ним в ловушки.[4]

**Абиогенное происхождение**

Абиогенное (неорганическое) происхождение нефти — теория первичности залежей нефти, которая берет начало с работ Д. И. Менделеева и П. Бертло, а затем развивалась в работах С. Иванова и К. Иванова и других. Гипотеза неорганического происхождения нефти базируется на том, что углеводороды образуются в мантийных очагах вследствие неорганического синтеза на сверхбольших глубинах в условиях колоссальных давлений и высоких температур из неорганического углерода и водорода.

Абиогенные гипотезы нефтеобразования стали популярны в Советском Союзе в середине XX века. Считалось, что по абиогенной теории невозможно найти новые нефтяные месторождения. Факты свидетельствуют в пользу представлений о глубинном происхождении нефти. Формирующая нефть система «водород-углерод» метастабильна. При низких давлениях все тяжёлые углеводороды нестабильны по отношению к метану и стехиометрическому количеству водорода. Метан не полимеризуется в тяжёлые углеводороды при низких давлениях и любых температурах. Однако увеличение температуры при низких давлениях увеличило бы скорость разложения тяжёлых углеводородных молекул. Поскольку химические потенциалы всех биотических молекул уступают химическому потенциалу метана, то такие углеводороды не могут самообразоваться из любых биотических молекул. Для синтеза углеводородных систем, сходных по составу с природными, необходима температура 400–1500 °C и давление 15–80 кбар. — такие, какие имеются в верхней мантии Земли на глубинах 50–240 км. Через глубинные разломы образовавшиеся в мантии углеводороды проникают в земную кору, где и образуют нефтегазовые месторождения. Это происходит преимущественно на окраинных и внутренних рифтах океанических и континентальных литосферных плит и в других зонах глубинных разломов фундамента осадочных бассейнов.[5]

**Залежи нефти**

Нефть относится к невозобновляемым ресурсам. Разведанные запасы нефти составляют (на 2004) 210 млрд т (1200 млрд баррелей), неразведанные — оцениваются в 52—260 млрд т (300—1500 млрд баррелей). Мировые разведанные запасы нефти оценивались к началу 1973 года в 100 млрд т (570 млрд баррелей).

Таким образом, в прошлом разведанные запасы росли, также растёт и потребление нефти — за последние 35 лет оно выросло с 20 до 30 млрд баррелей в год, так как мы все больше и болише пользуемся нефтепродуктами. Мировая добыча нефти в 2006 г. составляла около 3,8 млрд т в год, или 30 млрд баррелей в год. Таким образом, при нынешних темпах потребления, разведанной нефти хватит примерно на 40 лет (в России на 44 года), неразведанной — ещё на 10—50 лет.

* 1. **Классификация нефти**

Классификация нефти — разделение нефти на классы, типы, группы и виды по показателям её плотности и химическому составу.

Первоначальная классификация подразделяла нефть по её основанию, её основной функцией являлась чёткая передача сведений об используемом сырье нефтепромышленникам, однако со временем возникла необходимость её замены на количественные классификации, в которых критериями разделения служили бы химические свойства или физические константы. Существует много квалификаций, например, геохимические классификации, основанные на геолого-геохимической истории нефти и теории нефтеобразования или технологические классификации по содержанию серы и парафина в нефти, по месту происхождения, содержанию серы и по плотности в градусах API, группируя её по сортам. [13]

На ранних этапах развития нефтяной промышленности одним из самых основных показателей качества нефтепродуктов служила плотность. В зависимости от неё нефти стали подразделять на несколько классов:

* лёгкие (ρ1515 < 0,828);
* утяжелённые (ρ1515 0,828—0,884);
* тяжёлые (ρ1515 > 0,884).

Лёгкие нефти характеризуются большим содержанием бензиновых фракций и малым количеством смол и серы. Тяжелые нефти наоборот содержали много серы и смол, следовательно, её необходимо было обрабатывать избирательными растворителями и адсорбентами. Такая нефть применялась в производстве битумов. Проблемой разделения нефти только по плотности являлось то, что данная система плохо отражалась на практике. [13]

Позже Горным бюро США была предложена химическая классификация нефти, в основе которой была положена связь между её плотностью и углеводородным составом. Были проведены исследования фракций, перегоняющиеся в интервале температур 250—275 °С при атмосферном давлении и в интервале 275—300 °С при остаточном давлении 5,3 кПа. После определения их плотностей, лёгкие и тяжёлые части нефтей определяли к одному из трех классов, установленных для различных типов нефти. Химическая классификация нефти, предложенная Горным бюро США, представлена в таблице:

Таблица 1

Нормы классификации нефти, предложенные Горным бюро США

|  |  |
| --- | --- |
| Фракция | Плотность |
| парафиновогооснования | промежуточного основания | нафтенового основания |
| 250 – 275 °С (при 1 атм) | < 0,8251 | 0,8251 – 0,8597 | > 0,8597 |
| 275 – 300 ° (при 5,3 кПа) | <0,8762 | 0,8762 – 0,9334 | > 0,9334 |

После разделения на фракции, нефть делят еще на 7 классов. Разделения на классы представлены в таблице:

Таблица 2

Химическая классификация нефтей Горного бюро США

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название класса | Основание лёгкой части нефти | Основание тяжёлой части нефти |
| Парафиновый | Парафиновое | Парафиновое |
| Парафино-промежуточный | Парафиновое | Промежуточное |
| Промежуточно-парафиновый | Промежуточное | Парафиновое |
| Промежуточный | Промежуточное | Промежуточное |
| Промежуточно-нафтеновый | Промежуточное | Нафтеновое |
| Нафтено-промежуточный | Нафтеновое | Промежуточное |
| Нафтеновый | Нафтеновое | Нафтеновое |

**ГЛАВА 2. Переработка нефти и получение нефтепродуктов на Рязанском НПЗ.**

**2.1. Обработка нефти и получение её нефтепродуктов на РНПЗ.**

Переработка нефти — процесс производства нефтепродуктов, прежде всего автомобильного, авиационного, котельного, судоходного топлива и сырья для последующей химической переработки из нефти. Переработка сырой нефти и газа представлена в блочной схеме:

Технологическая схема производства на РНПЗ

 Рисунок 1

Товарная нефть поступает в товарно-сырьевой цех (около 80% по трубопроводу и 20% в железнодорожных цистернах). Вместимость парка должна быть такой, чтобы обеспечивать НПЗ в течение семи суток.

Далее сырая нефть поступает в электро-обессоливающую остановку (ЭЛОУ), для обезвоживания сырой нефти и выделения из её состава различных солей.

После ЭЛОУ нефть поступает на установку атмосферно-вакуумной перегонки нефти (АВТ), здесь происходит нагрев сырья в змеевиках трубчатых печей. Разделение на фракции происходит в ректификационных колоннах. В состав установки АВТ входят: атмосферный блок, в котором происходит неглубокая перегонка нефти; блок стабилизации бензина; блок вторичной перегонки бензина, здесь получают стабильный бензин (нк-70 и нк-95-170); вакуумный блок (получение вакуумного газойля широкого фракционного состава). В итоге с АТВ выходят: пбф, нк-70, нк-95-170, авиационный керосин, тяжелое и легкое дизельное топливо, вакуумный газойль и гудрон.

Поропан-бутановая фракция (ПБФ) отправляется на газо-функционирующую установку. Здесь происходит разделение широкой фракции легких углеводородов на узкие фракции. С этой установки выходит пропан-бутан в коммунальное потребление, бутан, изобутан и стабильный бензин.

Фракция нк-70 перекачивается на установку изомеризации, где происходит получение высокооктанового компонента автобензина. Процесс изомеризации осуществляется последовательно в реакторах на стационарном слое платинового катализатора на циркониевом носителе. Изомеризат, пройдя процесс стабилизации и охлаждения, откачивается на автоматизированную станцию смешения бензинов (АССБ).

Фракция нк-70-115 перекачивается на установку каталитического риформинга для получения бензола, толуола и растворителей. Они, пройдя процесс охлаждения, откачиваются в товарно-сырьевой цех.

Фракция нк-115-180 подается так де на установку каталитического риформинга для производства высокооктанового компонента бензина с повышенной детонационной стойкостью. Риформинг осуществляется в реакторах – среде водорода на поле-металлическом катализаторе. Катализат, пройдя стабилизацию и охлаждение, откачивается на автоматизированную станцию смешения бензинов.

После ЭЛОУ авиационный керосин, пройдя гидроочистку, отправляется потребителям. В народном хозяйстве его используют как реактивное топливо или как компонент ракетного жидкостного топлива.

Смесь дизельного топлива с установки АВТ поступает на установку гидроочистки, где в ней сжижаются содержание сернистых и ароматических соединений. После отправляется потребителям.

Вакуумный газойль после АВТ отправляется на установку гидроочистки вакуумного газойля (ГВГ). Она предназначена для гидрообессеривания газойля, снижения в нём сернистых и азотистых соединений, тяжёлых металлов, ароматических углеводородов, кокса. Весь процесс протекает в реакторах.

Гидроочищенный вакуумный газойль поступает на установку каталитического крекинга (УКК). Основной получаемый на этой установке продукт является стабильный бензин, который откачивается на АССБ. Побочная пропан-пропиленовая фракция отправляется на продажу заводов нефтехимии. Лёгкий каталитический газойль является компонентом дизельного топлива. Тяжелый каталитический газойль является компонентом мазута.

Как побочный продукт с установки УКК, бутан-бутиленовая фракция направляется на установку сернокислотного алкилирования. Она предназначена для алкилирования бутиленов изобутаном в присутствии серной кислоты (рисунок 2).

Алкилирование бутиленов изобутаном

Сырьём процесса служит бутан-бутиленовая фракция с газо-фракционирующей установки. Процесс алкилирования происходит непосредственно в реакторах реакторного блока. После чего на блоке ректификации происходит разделение продуктов реакции. Выделяются н-бутан, пропан, изобутан и алкилат.

Приготовление товарных бензинов происходит на АССБ. После компоненты поступают в приёмные товарные резервуары для для дальнейшей отправки птребителям.

С установки АВТ гудрон откачивается на установку висбрекинга. Процесс проводится в нагревательной печи и выносных реакционных камерах с целью снижения вязкости остаточных продуктов. Установка производит компоненты для приготовления различных марок топочного мазута. Продукт откачивается в товарный парк с последующей отправкой потребителям.

Другая часть фракции поступает на битумную установку, где подвергается продувке гудронов воздухом в колонне окисления. На выходе получают различные дорожные и кровельные битумы.

Для протекания некоторых технологических прочесов используют водород. Его получают на установке производства водорода из природного газа, путём паровой конверсии на никелевом катализаторе. Полученный водород поступает на ГВГ, УСА, ГФУ и блок изомеризации.

Для улавливания и утилизации технологических выбросов, огне и взрывоопасных паров и газов на предприятиях сооружаются факельное хозяйство. В его состав входят факельные трубопроводы и коллекторы, сепараторы и дренажные ёмкости, установка компримирования газа и факельные установки.

Так же на предприятии сооружены установки производства серной кислоты. Они предназначены для утилизации сероводорода и технической серной кислоты.

У каждого подобного предприятия имеется станция оборотного водоснабжения, предназначенная для очистки и охлаждения оборотной воды. Система состоит из нескольких идентичных по функциональности блоков оборотного водоснабжения. Отстой воды от примесей и нефтепродуктов осуществляется в проточных нефтеотделителях, а охлаждение – в градирнях. Очистка сточных вод происходит на очистных сооружениях завода до параметров, предусмотренных нормативными требованиями. Для отведения сточных вод предусмотрены две системы канализации.

**ГЛАВА 3. Специальности, востребованные на РНПЗ.**

**3.1. Что нужно сдавать и куда поступать.**

Начнём с того, куда нужно поступать. Если рассматривать только город Рязань, то выбор, в какие высшие учебные заведения поступать, невелик. На территории города находится только один достойный государственный университет – РГРТУ. Данное высшее учебное заведение является многопрофильным, помимо факультета радиотехники и электроники, присутствуют много других факультетов и кафедр. Преподают тут как заочно, так и очно. Квалификация – бакалавриат. Так же в РГРТУ существует нужный нам химический факультет, в котором находятся два направления: Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов и Технология электрохимического производства. Разберём их по порядку.

**Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов**. Обучаясь по данной программе студенты получают инженерные навыки, учатся разрабатывать нестандартное оборудование для нефтеперерабатывющих и нефтехимических производств и смогут работать в проектных организациях и на производстве. Здесь изучают дисциплины, такие как: химия нефти и газа, органическая химия, аналитическая химия и физико-химические методы анализа, физическая химия, процессы и аппараты химической технологии, моделирование химико-технологических процессов, химические реакторы, системы управления химико-технологическими процессами. Материаловедение и защита от коррозии, энерготехнологии химических производств, химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, технология природных энергоносителей и углеродных материалов, теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов, основы научных и инженерных исследований, основы геохимии и многое другое.

**Технология электрохимического производства.** Данный профиль готовит специалистов с хорошей фундаментальной химической подготовкой. Студенты подробно изучают электрохимические процессы в разного рода производствах, проектируют техпроцессы и специальное оборудование. Большое внимание уделяется техногенной безопасности производств и предотвращению рисков. На данной специальности изучаются такие дисциплины как: электрохимические технологии, органическая химия, общая и неорганическая химия, основы биотехнологии, экология, коллоидная химия, основы квантовой химии, химические реакторы и так далее.

Какие предметы ЕГЭ нужно сдавать чтобы поступить в РГРТУ? Проходной балл на 2020 год в общем составляет от 154. Сдавать сюда нужно математику (профиль) – 39 баллов, русский язык – 40 баллов, физика – 39 баллов, химия – 39 баллов. Бюджетных мест на 2020 год – 24. Так же вуз прибавляет дополнительные баллы к ЕГЭ за аттестат с отличием, диплом с СПО с отличием и за олимпиады – всего до 18 баллов.

**3.2. Карьера после окончания ВУЗа.**

 Новоиспечённые специалисты, окончившие химические факультеты в университетах, могут работать в самых разнообразных областях науки и техники, получая достойную зарплату. Это могут быть предприятия машиностроительного, авиационного и химического профиля, радиоэлектронных отраслей промышленности, металлургические, пищевые, фармацевтические, нефтяные, газовые и многие другие производства. Такой широкий спектр деятельности выпускников данной специальности связан с большими возможностями электрохимических методов в реализации различных технологических процессов.

Какие же специальности востребованы на РНПЗ? АО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания» предлагает вакансии: лаборант химического анализа, слесарь по ремонту технических установок, слесарь по топливной аппаратуре, аппаратчик химводоочистки. Зарплата данных специалистов варьируется от 24000р до 55000р.

**ВЫВОДЫ**

Цель проекта достигнута, задачи выполнены. Гипотеза подтверждена.

В ходе работы над проектом:

1. Дан краткий обзор теоретических сведений о нефти и нефтепереработке, описанных в современных литературных источниках. Описаны биогенная и абиогенная версии происхождения нефти на нашей планете, залежи нефти, классификация нефти.
2. Показан технологический процесс нефтепереработки на РНПЗ, приведена технологическая схема производства на РНПЗ, описаны основные установки и химические процессы, осуществляемые на них.
3. Выяснено, какие специалисты нужны на РНПЗ.
4. Составлен краткий обзор на возможности поступления в Рязанские ВУЗы с химическими факультетами.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакиров А. А. Происхождение нефти / А. А. Бакиров, В. В. Вебер и др*.* Под ред. М. Ф. Мирчинка. Москва: Гостоптехиздат, 1955. – 484 с.

2. Вебер В. В. Проблема нефтеобразования в свете данных палеогеографии нефтеносных бассейнов. Происхождение нефти и природного газа: современное состояние вопроса. / Вебер В. В. Москва: ЦИМТнефть, 1947. – 38 с.

3. ВеберВ. В.Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках. / Т. Л.Гинзбург-Карагичева, Т. А.Глебовская и др. Москва: Гостоптехиздат, 1956. – 343 с.

4. Вебер В. В. Основные пути генезиса нефти. / В. В. Вебер. Москва: Наука, 1989. – 63 с.

5. Вебер В. В. Диагенетическая стадия образования нефти и газа. / В. В. Вебер Москва: Недра, 1978. – 143 с.

6. Карцев А. А. Основы геохимии нефти и газа. / А. А. Карцев. Москва: Недра, 1969. – 272 с.

7. Кнунянц И. Л. Химический энциклопедический словарь. / И. Л. Кнунянц. Москва: Советская энциклопедия, 1983. – 792 с.

8. Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. / А. К. Мановян. Москва: Химия, 2001. – 458 с.

9. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. / Б. С. Рачевский. Москва : Нефть и газ, 2009. – 164 с.

10. Соколов В. А. Химический состав нефти и природных газов в связи с их происхождением. / М. А. Бестужев и др. Москва: Недра, 1972. – 276 с.

11. Эрих В. Н. Химия нефти и газа. / В. Н. Эрих и др. Ленинград: Химия, 1966. – 280 с.

12. Дэниел Говард Ергин Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть. / Даниел Ергин, Пер. с англ. Андрей Кватковский и др. Москва: Альпина Диджитал, 2013. – 1860 с.

13. Проскуряков В. А. , Драбкин А. Е. Химия нефти и газа. / В. А. Проскуряков — Санкт-Петербург: Химия, 1995. — 448 с.