

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НЕФТЕКУМСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Методические указания

по выполнению практической работы

по **ОП.04** Геология

Вскрытие опробование продуктивных пластов и испытание скважин

(тема)

по специальности

21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин

2018-2019 уч. г.

<p>ОДОБРЕНО На заседании ПМО (МО) Протокол № 1 « 14 » августа 2018г. Руководитель ПМО 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений _____ (Федорова Е.Г.) подпись (Ф.И.О.)</p>	<p>Методические указания составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин</p>
<p>Протокол № 1 « 14 » августа 2018г. Руководитель ПМО 21.02.02. Бурение нефтяных и газовых скважин _____ (Ильченко Л.В.) подпись (Ф.И.О.)</p>	<p>УТВЕРЖДАЮ Заместитель директора по учебной работе _____ (Шведова Е.С.) подпись (Ф.И.О.)</p>

Методические указания составлены в соответствии с рабочим учебным планом и программой дисциплины ОП.04. Геология для студентов специальностей 21.02.02 «Бурение нефтяных и газовых скважин», 21.02.01 «Разработка нефтяных и газовых месторождений».

Составитель (составители):

1. Маховикова Людмила Григорьевна, преподаватель ГБПОУ НРПК
(Ф.И.О., занимаемая должность)

Рецензент:

1. Федорова Е.Г., Руководитель ПМО 21.02.01, преподаватель ГБПОУ НРПК
(ФИО, занимаемая должность)
2. Ильченко Л.В., Руководитель ПМО 21.02.02, преподаватель ГБПОУ НРПК
(ФИО, занимаемая должность)

Тема 6 Нефтепромысловая геология

Практическая работа

«Вскрытие опробование продуктивных пластов и испытание скважин».

Цель работы: Научить студентов выбирать конструкцию скважины и определять места перфорации на основании геологических данных.

Теоретическая часть

Вскрытие нефтегазоносных пластов в процессе бурения

Нефтяные и газовые пласты должны вскрываться на промывочной жидкости, исключающей возможность проникновения в пласт фильтрата бурового раствора и создающей минимальное противодействие на пласт. При несоблюдении этих условий может произойти значительное снижение продуктивности скважины, а в ряде случаев продуктивный пласт может быть пропущен.

Вредное влияние фильтрата промывочной жидкости на продуктивность нефтяных или газовых пластов проявляются в следующем. Вода (фильтрат), проникая в пласт удерживается в пористой среде капиллярными силами и для ее вытеснения из поровых каналов необходимо создать значительный перепад давления. Но даже при этих условиях вода из поровых каналов вытесняется только частично. Это явление приводит к снижению проницаемости пласта в призабойной зоне и затрудняет продвижение нефти или газа к скважине. Еще хуже влияет на коллекторские свойства пресная техническая вода. Вода, проникая в пласт, не только удерживается в нем капиллярными силами, но и вызывает разбухание глинистых части, содержащихся в продуктивных коллекторах, и тем самым приводит к снижению проницаемости пласта в призабойной зоне.

Кроме того, вода, проникая в продуктивные пласты, может создать водонефтяную эмульсию. При взаимодействии фильтрата (технической воды) с высокоминерализованными пластовыми водами также, снижается проницаемость пород, вокруг ствола скважины. Все перечисленные выше явления могут, проявляться одновременно или каждый в отдельности в зависимости от физико-химической характеристики поровой среды, свойств флюидов, насыщающих ее, и свойств фильтрата, проникающего в пласт.

Для предотвращения отрицательного влияния фильтрата промывочной жидкости рекомендуются следующие меры: снижение водоотдачи промывочной жидкости; добавление в промывочные жидкости поверхностно-активных веществ (ПАВ) применение буровых растворов на нефтяной основе.

Наиболее эффективным методом является вскрытие продуктивных пластов, с применением буровых растворов на нефтяной основе. При этом полностью устраняется возможность попадания воды и водных растворов в пласт.

В настоящее время вскрытие пластов производится также на газообразных агентах, двухфазных и трехфазный: пенах, при местной циркуляции. Однако эти методы еще не получили широкого распространения.

Наиболее благоприятные условия для вскрытия пластов создаются при равновесии между пластовым и гидростатическим давлением, что обеспечивает сохранность естественной проницаемости коллектора. Условия равновесия можно создать при применении вращающегося ротор-превентера и других технических средств, обеспечивающих надежную герметизацию устья скважины и регулирование давления в ней на уровне пластового.

Вредное влияние на продуктивность пласта оказывает проникновение в него цементного раствора во время цементирования эксплуатационной колонны. Цементный

раствор проникает в поры и трещины пласта, затем, превращаясь в цементный камень, закрывает их и тем самым значительно снижает проницаемость призабойной зоны нефтегазоносных пластов. Весьма нежелательно образование цементного кольца повышенной толщины (вследствие образования каверны) за колонной против продуктивных пластов, так как оно затрудняет перфорацию пласта при освоении скважины.

Наиболее эффективный метод предохранения пласта от влияния цемента — это применение соответствующей конструкции скважины, исключающей соприкосновение цементного раствора с продуктивным пластом.

При различных геолого-экономических условиях могут быть рекомендованы следующие конструкции скважин (рис. 1).

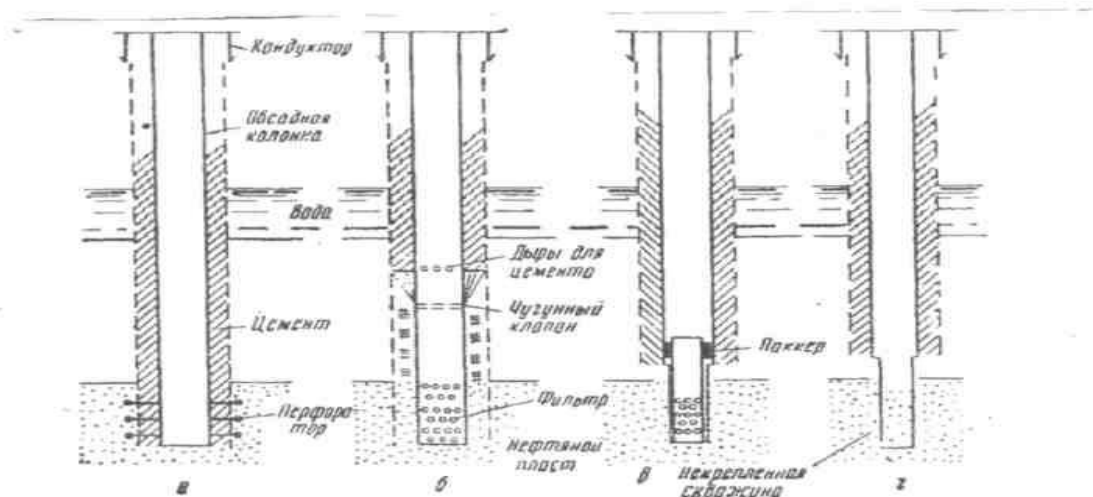


Рис. 1 - Типовые конструкции скважин

1. Продуктивный пласт и породы над ним вскрываются долотом одного диаметра. В скважину до забоя спускается эксплуатационная колонна и цементируется. Связь скважины с пластом восстанавливается перфорацией (рис. 1, а).

2. Продуктивный пласт и вышележащие породы так же, как и в предыдущем случае, вскрываются одним и тем же долотом. В скважину спускается эксплуатационная колонна с последующей манжетной заливкой цементом. Связь скважины с пластом происходит по заранее перфорированным дырам в колонне против нефтяного пласта (рис. 1, б).

3. Скважина бурится до продуктивного пласта. Затем спускается эксплуатационная колонна и цементируется. Вскрытие продуктивного пласта производится после цементирования колонны долотом меньшего диаметра. Против нефтегазоносного пласта устанавливается перфорированный хвостовик (рис. 1, в).

4. Как и в предыдущем случае, эксплуатационная колонна спускается и цементируется до вскрытия пласта. Пласт вскрывается долотом меньшего диаметра и эксплуатируется с открытым стволом (рис. 1, г).

Первый тип конструкции применяется тогда, когда физико-геологические условия продуктивного пласта позволяют вскрывать его промывочной жидкостью, на которой бурился весь ствол скважины, а также, если цементирование эксплуатационной колонны не окажет на продуктивность пласта существенного отрицательного влияния.

Второй тип конструкции применяется в том случае, если допустимо вскрывать пласт той же промывочной жидкостью, которой бурился весь ствол скважины, но цементирование колонны приводит к резкому снижению производительности скважины.

Третий и четвертый тип конструкции применяются при необходимости вскрытия продуктивного пласта на другой промывочной жидкости, чем та, на которой бурился весь ствол скважины. Если ствол скважины сложен неустойчивыми породами, спускают

хвостовик (третий тип), при устойчивых породах скважина опробывается с открытым стволом (четвертый тип).

Перфорация и опробование нефтегазоносных пластов

Перфорация обсадной колонны производится для восстановления сообщения скважины с пластом после спуска и цементирования эксплуатационной колонны. При перфорационных работах не следует употреблять термин «вскрытие» нефтяного пласта, так как пласт практически уже был вскрыт при бурении скважины.

Перфорационным работам предшествует выбор объекта испытания и интервала перфорации. В данном разделе рассмотрена методика определения интервала перфорации продуктивного пласта.

Во многих случаях не весь продуктивный пласт подвергается перфорации. Если песчаный пласт насыщен в верхней части нефтью, а в подошве — водой и по данным геофизических исследований установлено положение водонефтяного контакта (ВНК), то нижняя дыра интервала перфорации во избежание быстрого обводнения скважины должна быть расположена на расстоянии не менее 4 м от ВНК (рис. 2, а). Расстояние это может быть меньше 4 м, если над ВНК есть прослой глины, который может оказаться экраном на пути воды к нижним дырам перфорации.

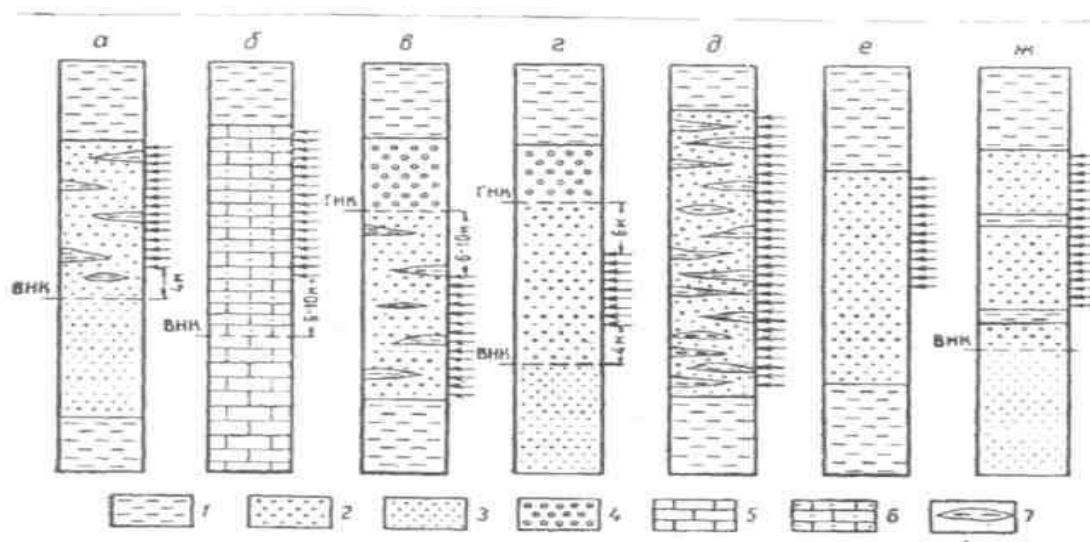


Рис. 2 - Выбор мест перфорации продуктивных пластов.

1 — аргиллит; 2 — нефтеносный песок; 3 — водоносный песок; 4 — газоносный песок; 5 — известняк; 6 — известняк нефтеносный; 7 — прослой аргиллита

В карбонатных пластах, также не полностью насыщенных нефтью, нижние дыры перфорации следует располагать от ВНК несколько выше, чем в песчаных пластах, на расстоянии 6—10 м над ВНК (рис. 2, б). Это особенно необходимо угадывать для пластов с низкими коллекторскими свойствами, при освоении и эксплуатации которых будут производиться солянокислотные обработки или гидроразрыв.

Для пластов, насыщенных в верхней части газом а в нижней — нефтью, перфорации подлежит нижняя нефтяная его часть, причем верхняя дыра должна быть удалена от газонефтяного контакта (ГНК) на 6—10 м, т. е. больше, чем от ВНК, так как газ значительно более подвижен, чем вода, и скорее может прорваться в интервал перфорации (рис. 2, в).

В тех случаях, когда в верхней части нефтяного пласта имеется свободный газ, а снизу установлена вода, интервал перфорации должен располагаться в середине нефтенасыщенной части пласта. Нижняя и верхняя дыры должны быть на соответствующих расстояниях от ВНК и ГНК, о которых говорилось выше (рис. 2, г).

Полностью насыщенные нефтью или газом пласты, имеющие значительную расчлененность, следует перфорировать на всю их мощность (рис. 2, *д*). При наличии монолитного пласта с хорошими коллекторскими свойствами и водонапорным режимом следует перфорировать $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ верхней части пласта (рис. 2, *е*). Это обеспечит продление безводного периода эксплуатации скважины, особенно для залежей, приуроченных к пологим платформенным складкам.

Если в нижней части нефтяного пласта встречаются маломощные прослои плотных пород, желательно нижние дыры перфорации располагать над этими прослоями (рис. 2, *ж*).

При наличии газовой шапки для предупреждения быстрого прорыва газа в скважину рекомендуется верхние дыры перфорации располагать под плотными прослоями, установленными ниже ГНК.

При перфорации продуктивных пластов важное значение имеет плотность дыр на 1 м пласта. От этого во многом зависит продуктивность скважин. Плотность дыр принимается в зависимости от характера коллектора. Для хорошо проницаемых песчаных пластов при кумулятивной перфорации делают небольшое число дыр, обычно 4—6 дыр на 1 м интервала перфорации. При сравнительно неоднородных коллекторах, как песчаных, так и карбонатных, применяется перфорация с плотностью до 20 дыр на 1 м.

Неоднородные пласты с низкими коллекторскими свойствами, — перфорируются с плотностью до 30—40 дыр на 1 м. Примерно такую же плотность дыр можно рекомендовать при пулевой перфорации. При торпедной перфорации рекомендуется 4—8 дыр на 1 м.

Освоение скважин.

После перфорации продуктивных пластов необходимо вызвать приток из пласта. Это достигается снижением давления в стволе скважины ниже пластового давления. Процесс этот получил наименование **освоения скважины**.

Методика освоения скважин различна и зависит от физико-геологических свойств коллектора и характера его насыщения.

Первой операцией в процессе освоения скважины является замена промывочной жидкости — (глинистого, раствора), на котором производилась перфорация скважины, на воду.

Перед промывкой скважины устанавливается фонтанная арматура, соответствующая ожидаемому пластовому давлению. Затем в скважину спускают насосно-компрессорные трубы с таким расчетом, чтобы конец последней трубы был на уровне середины испытываемого пласта. На определенной расчетной глубине в колонне насосно-компрессорных труб устанавливается пусковой клапан, а выше его на равных расстояниях — две-три пусковые муфты. Пусковой клапан и пусковые муфты необходимы для освоения скважины с помощью компрессора. Последние трубы, расположенные против продуктивного пласта, должны быть перфорированы для облегчения поступления нефти или газа. Для эксплуатационных скважин, которые предполагается эксплуатировать фонтаном, нижняя труба насосно-компрессорной колонны оборудуется воронкой для прохождения дебитометров, расходомеров и влагомеров.

При освоении высокопродуктивных пластов многие скважины в процессе промывки, т. е. замены глинистого раствора на воду, или по ее окончании начинают проявлять себя нефтью или газом и затем переходят на фонтанирование.

В большинстве случаев смена глинистого раствора на воду бывает недостаточна для освоения скважины. Приток нефти или газа из таких пластов может быть получен путем снижения уровня жидкости в скважине. Снижение уровня производится компрессором или сваби́рованием. В настоящее время на практике сваби́рование применяется очень редко, так как это трудоемкий метод и при использовании его

происходит загрязнение глинистым раствором и нефтью территории, на которой расположена скважина. Большинство скважин осваивается компрессором.

При освоении скважины компрессором сжатый воздух подается в затрубное пространство и затем поступает через рабочие муфты и пусковой клапан в насосно-компрессорные трубы. Благодаря этому происходит разгазирование жидкости в трубах и выбрасывание ее из скважины. В результате снижается давление на пласт и нефть или газ начинают поступать в скважину. Это приводит к дальнейшему снижению давления на пласт и более усиленному поступлению нефти или газа из пласта в ствол скважины.

Закачка воздуха компрессором в затрубное пространство продолжается до перехода скважины на фонтанирование или до полной замены технической воды на нефть (пластовую воду) в трубах и в затрубном пространстве.

При освоении скважины свабированием снижение столба жидкости в насосно-компрессорных трубах происходит за счет периодического спуска и подъема на тартальном канате сваба (поршня). Во время спуска жидкость проходит через открытый клапан сваба. При подъеме клапан закрывается и весь столб жидкости выбрасывается из скважины. Так обеспечивается снижение давления на пласт и вызов притока нефти или газа из него.

По окончании освоения скважины ее необходимо испытать с целью определения дебита, продуктивности, пластового давления и т. п. Для нефтяных скважин должны быть также установлены: газовый фактор, процент обводненности и давление насыщения.

Фонтанные скважины рекомендуется испытывать на трех различных режимах с замером всех необходимых параметров. При испытании необходимо отбирать пробы нефти, газа и воды, как при атмосферных условиях, так и при пластовых. Пластовые пробы отбираются пробоотборником, спущенным в скважину через насосно-компрессорные трубы до продуктивного пласта. При отборе глубинной пробы скважина должна работать на самом малом штуцере, с тем чтобы забойное давление, при котором будет отобрана проба, приближалось к пластовому, и нефть по своим физическим свойствам соответствовала пластовой нефти.

Нефонтанирующие скважины обычно исследуются методом прослеживания уровня. Большой эффект достигается при исследовании таких скважин после установки станков-качалок или после спуска электропогружных насосов.

При освоении продуктивных пластов, сложенных карбонатными коллекторами с низкими коллекторскими свойствами, путем снижения уровня в скважине удастся получить лишь небольшие притоки нефти или газа. Для увеличения продуктивности и с целью определения промышленной ценности таких пластов следует производить в процессе освоения скважин их обработку соляной кислотой. В отдельных случаях при освоении пластов, сложенных песчаниками, для увеличения дебитов скважин можно рекомендовать гидроразрыв пласта.

Задание к практической работе

1. Необходимо выбрать и сделать рисунок конструкции скважины и интервала перфорации имея только описание геологических условий разреза и характера насыщения продуктивного пласта.

А) Продуктивный пласт допустимо вскрывать на промывочной жидкости, который бурился весь ствол скважины, но цементирование колонны приведёт к резкому снижению производительности скважины.

По характеру насыщения: пласт – коллектор в верхней части имеет свободный газ, снизу установлена вода, центральная часть насыщена нефтью. Пласт представлен песчаниками.

Б) Продуктивный пласт необходимо вскрыть на другой промывочной жидкости, чем та на которой бурился весь ствол скважины. Продуктивный пласт сложен неустойчивым породам.

По характеру насыщения: пласт не полностью насыщен нефтью, в верхней части – нефть, а в подошве – водой и по геофизическим данным установлено положение ВНК.

В) Физико-геологические условия продуктивного пласта позволяют вскрыть его промывочной жидкостью, на которой бурился весь ствол скважины, а также цементирование эксплуатационной колонны не окажет на продуктивность пласта существенного отрицательного влияния.

Пласт представлен коллекторами с низкими коллекторскими свойствами и маломощными прослоями плотных пород. Насыщен в верхней части нефтью и установленный уровень ВНК.

2. Какое вредное влияние оказывает на продуктивный пласт фильтрат бурового раствора?
3. Как избежать вредного влияния бурового раствора?
4. Назовите и дайте краткую характеристику методам освоения скважин.
5. Перечислите факторы влияющие на выбор интервала перфорации.

Отчет о выполнении практической работы отправить на электронную почту преподавателя: sema_luda@mail.ru

При отправки сообщения указать номер группы и ФИО.

Литература

Основные источники (ОИ):

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
1	Геология	Оидар Э-Д.В., Чооду О.А.	учебно-методическое пособие / Э-Д.В. Оидар. О.А. Чооду. Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2018.-101 с.
2	Краткий курс геологии нефти и газа	Губайдуллин М.Г.	учеб. пособие / М.Г. Губайдуллин; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. - 2-е изд., доп. - Архангельск: ИД САФУ, 2014. -145 с: ил.
3	Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта	Злобин, А. А.	учеб. пособие / А.А. Злобин, Г.П. Хижняк. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. ун-та, 2017. - 187 с.
4	Геология	Курбанов С.А., Магомедоза Д.С., Ниматулаев Н.М	Учебное пособие. - Махачкала: Издательство ДагГАУ, 2013. - 161 с: ил.
5	Геологические основы рациональной разработки неф-	Зотиков, В.И.	учеб. пособие / В.И. Зо-тиков, И.А. Козлова, С.Н. Кривошеков. - Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. 2012. — 169 с.

	тяных и газовых месторождений		
6	Геология нефти и газа	Галкин, В.И.	Учебно-метод. пособие / В.И. Галкин, О.Е. Кочнева. - Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. - 113 с.

Дополнительные источники (ДИ):

№ п/п	Наименование	Автор	Издательство, год издания
1	Геология	Покрепин Б.В	Учебное пособие. - Волгоград: Издательский дом «Ин-Фолио», 2010. - 466 с.
2	Геология	Лазарев В.В.	Учебное пособие. - Волгоград: Издательский дом «Ин-Фолио», 2010. - 383 с.
3	Геология, поиски и разведка нефти и газа	Мстиславская Л.П., Филиппов В.П.	Учебное пособие. – М.: ЗАО «ЦентрЛитНефтеГаз», 2005.- 215с.
4	Геология, разведка, бурение и добыча нефти	Хайн Норманн Дж.	Пер. с англ.- М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2004.
5	Геология	Бондарев В.П.	Курс лекций. - М.: Форум-Инфра, 2002. - 215 с.
6	Общая, нефтяная и нефтепромысловая геология	Абрикосов И.Х., Гутман И.С	М.: «Недра», 1974.

Интернет-ресурсов (ИР):

1. <https://e.lanbook.com>
2. <http://www.oglib.ru/> - Электронная библиотека Нефть-газ
3. Информационно-аналитический портал Нефть России <http://www.oilru.com>
4. Литература по нефти и газу, <http://www.no-fire.ru/oil.htm>
5. Книги по нефти, газу и геологии, <http://www.boox.ru/geo.htm>
6. Техническая литература; <http://fommJavteamxom/lofiversion/index.php/tl4031-50.html>;
7. Типовые инструкции по охране труда, www.tehdoc.ru
8. Журнал «Нефть России». Каталог нефтегазовых сайтов <http://www.oilru.com>
9. Национальный институт нефти газа <http://www.ning.ru/>
10. Портал научно-технической информации по нефти и газу <http://nglib.ru/>
11. <http://info.geol.msu.ru/> — «Все о геологии» является неофициальным сайтом геологического ф-та МГУ. Сайт содержит разнообразные учебные, научные и справочные материалы по геологии и смежным областям (горному делу, добыче полезных ископаемых, океанологии, вулканологии, планетологии и др.) На сайте имеется также тематический каталог геологических Интернет-

- ресурсов с полнотекстовым поиском по ним.
12. <http://www.geo.web.ru/> — Геология: Аннотации книг, анонсы предстоящих конференций. Биографии ученых. Тексты дипломных работ, диссертаций, книг, курсов лекций, научных и обзорных статей, популярных заметок, рефератов, словарей и тезисов. Таблицы и фотографии.
 13. Федеральная система географических данных США (info.er.usgs.gov) — это справочник геологической службы США, в котором приводятся сведения по текущим геологическим событиям: землетрясениям, извержениям вулканов и др.
 14. <http://geo.web.ru/geo.web.ru/db/msg.html>
 15. <http://nehudlit.ru/books/cat357.html> - Книги, электронные учебники
 16. http://klopotow.narod.ru/mindata/link_7.htm;
 17. ru.wikipedia.org/wiki/Геология;
 18. yandex.ru/yandsearch - Сайты геологического содержания
 19. <http://geo.web.ru/> - Все о геологии
 20. <http://www.oilru.com/> - Информационно-аналитический портал Нефть России
 21. <http://www.ning.ru/> - Национальный институт нефти газа
 22. <http://nglib.ru/> - Портал научно-технической информации по нефти и газу
 23. <http://www.naukaspb.ru/> - Справочная и научно-техническая литература по химии, нефти и газу, металлургии и экологии
 24. <http://centrlit.ru/> - Издательство Центрлитнефтегаз
 25. <http://www.vniigaz.ru> - Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий
 26. <http://www.gosgaz.ru> - Подборка материалов о газовой и нефтяной промышленности, технологиях производства нефти.