

О.К. Ланге

**Краткий курс общей
гидрогеологии**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
О-11

О-11 **О.К. Ланге**
Краткий курс общей гидрогеологии / О.К. Ланге – М.: Книга по Требованию,
2021. – 230 с.

ISBN 978-5-458-59804-0

ISBN 978-5-458-59804-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Предисловие к первому изданию

Настоящий краткий курс гидрогеологии составил из лекций и практикума, которые я вел в течение ряда лет в Московском и Среднеазиатском государственных университетах, и представляет переработанный и расширенный «Конспект лекций по гидрогеологии», напечатанный МГРУК весной 1931 г. на стеклографе.

Для некоторых глав я воспользовался рукописными материалами Г. И. Архангельского, Г. Н. Каменского, М. М. Решеткина и Н. М. Победоносцева, любезно предоставленными мне авторами, за что я им очень благодарен. Н. М. Победоносцев просмотрел также материал, касающийся движения подземных вод.

Просмотр рукописи «Курса» в целом провела Н. В. Подоба, замечания которой частью редакционного характера, а частью по существу излагаемого мною с благодарностью приняты.

Москва, 1931 г.

О. К. Ланге.

Предисловие ко второму изданию

Второе издание «Краткого курса гидрогеологии», предназначенного для техникумов и вузов, в которых гидрогеология не является специальным предметом, сохраняет свою краткость и конспективность.

Используя указания некоторых товарищей, автор пополнил количество иллюстраций, которых в первом издании было всего 30, и частично дополнил некоторые главы, особенно увеличив главы, касающиеся гидрометеорологии и гидрохимии.

Летом текущего года вышли из печати переводы книг: Г. Принца «Гидрогеология» (Сельколхозгиз, 1932) и проф. В. К. Кене — «Учение о грунтовых водах» (Госстройиздат, 1932). Первая из них будет весьма полезным дополнением к настоящему курсу для гидрогеологов, работающих в области водоснабжения, а вторая — для работающих в области мелиорации и ирригации (Особенно ценна работа В. К. Кене своими методическими указаниями в области работ по изучению режима подземных вод).

Декабрь, 1932 г.

О. К. Ланге.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие к первому изданию	3
Предисловие ко второму изданию	3
Введение	5
I Важнейшие для гидрогеологии данные гидрометеорологии	12
II Гидрохимические данные	28
III Минеральные воды	46
IV Виды подземной воды в природе	52
V Гидрогеологические свойства горных пород	55
VI Способы определения пористости грунтов	63
VII Передвижение жидких подземных вод	70
VIII Происхождение подземных вод	79
IX Классификация подземных вод	90
X Почвенные воды	103
XI Грунтовые воды	109
XII Условия залегания грунтовых вод в природе	124
XIII Межпластовые воды	131
XIV Некоторые формулы для расчета расхода колодцев	143
XV Жилые воды	151
XVI Родники или источники	155
XVII Опознание и пьезуны	158
XVIII Поиски подземных вод	162
XIX Полевое определение скорости грунтовой воды индикаторами	177
XX Определение расхода колодца путем откачки	191
XXI Примерные задания общих (общих) гидрогеологических исследований в масштабе 4 и 2 км в 1 см	197
XXII Примерные задания детальных гидрогеологических исследований масштаба 800 м в 1 см	200
XXIII Примерные задания для гидрогеологических исследований при реконструктивных эксплуатационных исследованиях ирригационных систем	204
XXIV Примерные задания для буровых работ при гидрогеологических исследованиях	206
XXV Примерные задания для гидрогеологических и геологических исследований грунтов под застройку сооружений	214
Контрольные вопросы	220
Краткий перечень дополнительных пособий	224

Введение

Подземные воды играют огромную роль в жизни людей. Особенное значение подземные воды приобретают в тех районах, где поверхностных вод очень мало или совсем нет. В этих случаях единственно подземные воды дают возможность существования людям, животным и культурным растениям.

Однако добыча подземной воды сопряжена иногда с большими затруднениями, так как для нее приходится сооружать колодцы, глубина которых достигает 1 000 и более метров. Понятно, что такие сооружения обходятся очень дорого и окупаются только в том случае, если при их помощи можно добыть столь большие запасы воды, которые в дальнейшем могут оправдать стоимость сооружения.

Сооружать глубокие колодцы люди научились давно. Есть сведения, что уже древние египтяне рыли очень глубокие колодцы. Естественно, что прежде чем предпринимать подобное сооружение и решаться на большие затраты, необходимо было знать о том, что предприятие закончится успехом. Поэтому с давних времен существовали так называемые водоискатели, на обязанности которых лежало определять места, в которых вода может быть получена.

В те же древние времена люди научились различать подземные воды по их качеству и применять их в соответствии с этими качествами, для лечения и других целей.

В этом отношении чрезвычайно любопытный материал дали археологические исследования второй половины XIX в., открывшие несколько курортов, устроенных в очень отдаленные времена. Так например на Адриатическом побережье в Энгадине был реставрирован древний железистый источник, который заилился и давал слишком мало воды. При расчистке этого источника под слоем ила был обнаружен большой сруб из толстых бревен, внутри которого был вставлен ящик из толстых досок. Промежутки между срубом и стенками ящика были забиты глиной, а внутри ящика оказались две большие колоды — одна 115 см и другая 87 см в диаметре. В иле на глубине нескольких метров в этих колодах были открыты изделия бронзового века — украшения и оружие.

Другой древний курорт был открыт в Греции в предгорьях Эпидавра. Равнина, примыкающая теперь к этим предгорьям,

представляет безжизненную пустыню с развалинами небольшого древнего города. Когда археологи обратили внимание на эти развалины, то оказалось, что они принадлежали сооружениям, бывшим в свое время повидимому очень изящными. Среди них были обнаружены развалины роскошного храма, большого амфитеатра, жилых зданий, прекрасных статуй и одно очень своеобразное сооружение, назначение которого определить сразу было трудно. При дальнейшем изучении оказалось, что это остатки колодца с минеральной водой. Впоследствии выяснилось, что этот городок был курортом, основанным в V в. до нашей эры знаменитым Асклепием (Эскулапом), отцом современной медицины. Повидимому это была водолечебница, существовавшая довольно долго и пользовавшаяся успехом, на что указывает роскошь отделки всех зданий и особенно храма в честь обожествленного Асклепия.

Несомненно также, что изделия из бронзы, найденные на дне Энгединского колодца, представляют дары исцелившихся больных, которые по обычаю того времени в благодарность за свое исцеление приносили в дар богам ценные украшения, а воины — оружие.

Но не только добыча воды для водоснабжения или для лечебных целей заставляет людей искать подземную воду. Правда, водоснабжение городов с миллионным населением требует и большого количества воды. (Так например Москва расходует ежедневно несколько десятков миллионов ведер воды, причем значительная часть этой воды добывается из недр земли частью в пределах самого города, а частью в его окрестностях — близ Мытищ, откуда вода подается в город водопроводом). Но гораздо большее количество воды расходуется на орошение в пустынных и полупустынных областях, и конечно в этих областях получение большого количества воды имеет преимущественное значение, так как поверхностные воды здесь либо не пригодны для использования вследствие своей высокой минерализации, либо совершенно отсутствуют. Вопросы развития сельского хозяйства в этих областях в первую очередь сталкиваются с вопросом об изыскании и использовании подземных вод. Благодаря использованию подземных вод в пустынных областях целые районы превращены в плодородные оазисы.

Однако значение гидрогеолога не заканчивается с разрешением вопроса о доставке воды. Вопрос целесообразного использования воды для орошения представляет также один из весьма сложных и ответственных гидрогеологических вопросов.

Избыточное увлажнение почвы, ведущее иногда к образованию на незначительной глубине водоносного горизонта, или вызывающее поднятие уровня воды в водоносном горизонте (существующем в этой местности, но залегающем слишком глубоко и недоступном для корневых частей растений), является причиной энергичного перемещения солей на поверхность почвы и вызы-

ваег ее осолонение. Примером такого непредвиденного послед-ствия неизученности гидрогеологических условий является Голод-ная степь, которая после орошения в целом ряде мест из прежде безводной, но весьма плодородной области превратилась в засо-лоненную пустыню.

В области избыточного естественного увлажнения поверхност-ные слои земли бывают настолько напитаны водой, что превра-щаются в заболоченные пространства, поэтому осушение почвы, удаление избыточных вод также являются задачей, поставленной сельским хозяйством перед гидрогеологией.

По мере развития техники подземные воды получают значение и в целом ряде других отраслей человеческой деятельности.

Так например при сооружении крупных зданий на зыбком или неустойчивом основании приходится учитывать значение подзем-ных вод в грунте и предпринимать те или другие мероприятия, для того чтобы укрепить грунт.

При проведении шоссейных или железных дорог в местностях, где подземные воды растворяют грунт и вызывают осадки и про-валы, или там, где существует слой вечной мерзлоты, которая при возведении сооружения оттаивает, также необходимо знакомство с подземными водами, чтобы уберечь сооружения от разрушения.

В горном деле при поисках руд или других полезных ископае-мых и при проведении тоннелей также часто приходится вести борьбу с подземными водами. Подземные воды чрезвычайно за-трудняют работы и иногда требуется много усилий, для того чтобы ликвидировать их разрушительную деятельность.

Оползания косогоров и склонов больших речных долин опять-таки связаны с работой подземных вод. В некоторых случаях оползни захватывают пространство в сотни гектаров, причем на этих оползающих пространствах разрушаются все здания, сады и пр. Примером таких оползающих берегов могут служить бере-га Волги между Нижним-Новгородом и Саратовом, Крымское взморье, Черноморское побережье у Одессы. Убытки, причиняе-мые оползнями, достигают ежегодно значительных сумм, выра-жающихся иногда в сотнях тысяч рублей.

Опыт последней мировой войны показал, что и в военном деле подземные воды играют очень большую роль. Целесообразное сооружение окопов, выбор места для артиллерийских батарей, устройство благополучных в санитарном отношении лагерей, во-доснабжение передовых позиций и тыла и их санитарное благо-устройство теснейшим образом связаны с подземными водами.

Таким образом область практического применения знаний в области подземных вод чрезвычайно обширна, и нет почти та-кого ведомства, начиная от НКТП и кончая Наркомздравом, ко-торое не имело бы в своем составе специальных организаций, занимающихся изучением и использованием подземных вод.

Мало того. Подземные воды имеют значение не только для че-ловека, но и для жизни самой природы. Не только культурные

растения, насажденные человеком, но вообще всякая растительность нуждается в подземной воде, которую она могла бы использовать своими корневыми системами. Подземная вода также весьма активна в отношении минеральных масс земной коры.

Можно было бы рассматривать подземную воду как любое полезное ископаемое — руду, уголь, — однако у нее есть и большое отличие от других полезных ископаемых. Вода представляет минеральную массу высокой подвижности и циркулирует в земной коре. Кроме того она является почти универсальным и часто очень энергичным растворителем. Растворяя минеральные массы земной коры в одном месте, вода, передвигаясь, уносит их в другие области земной коры, где при благоприятных условиях может их отложить. Таким образом происходит перемещение, а в некоторых случаях и концентрация твердых минеральных масс.

Насыщенная газами и солями подземная вода действует как химический реактив на минеральные массы земной коры, обуславливая процессы выветривания, метасоматоза, гидатометаморфизма. Наконец насыщенные водой грунты часто резко меняют свои физические свойства (пески-плывуны).

Учение о подземных водах в настоящее время рассматривают как особую науку, называемую гидрогеологией. По своему содержанию гидрогеология является наукой промежуточной между геологией — наукой о земной коре, и гидрологией — наукой о водной оболочке земли, гидросфере. Гидрогеология есть наука о земле и о воде в их взаимоотношениях.

Основные вопросы, которыми занимается гидрогеология, следующие:

1. Прежде всего перед гидрогеологией встает вопрос о происхождении подземных вод. Воды, передвигающиеся в земной коре и изливающиеся из недр на поверхность земли в виде родников или источников, должны иметь области питания. Вопрос об источниках питания подземных вод и о равновесии (балансе) между питанием (приходом) и расходом подземных вод представляет вопрос, имеющий весьма большой теоретический интерес и весьма большое практическое значение. Ведь в конечном итоге, не зная баланса подземных вод в природе, невозможно строить расчеты о количественном расходовании подземных вод для практических целей.

По способу происхождения подземные воды обычно делят на две группы: на группы **вадозных** — подземных вод и на группы **ювенильных** — подземных вод.

Подвадозными водами подразумеваются такие воды, которые участвуют в обычном круговороте воды в природе. Эти воды, испаряясь с земной поверхности и с поверхности океанов и других водоемов, сгущаются в облака и выпадают на поверхность земли в виде осадков. Осадки отчасти стекают по неров-

ностям земной поверхности в водные бассейны, отчасти непосредственно испаряются с поверхности земли в атмосферу и наконец отчасти проникают в недра земли и становятся подземными водами. Подземные воды либо испаряются в атмосферу, либо подземным путем стекают в водоемы, чтобы снова принять участие в круговороте вод.

Под ювенильными водами подразумевают такие воды, которые образуются из паров, а может быть даже из диссоциированных атомов Н и О на больших глубинах. Начало этим водам дают либо газовые магматические выделения, либо те воды, которые в качестве кристаллизационной или конституционной воды входят в состав так называемых гидратных (фреатических) минералов. Примером такого рода минералов может служить обыкновенный гипс, в состав молекул которого входят две частицы воды. Когда такие вещества попадают в большие глубины, где имеется очень высокая температура и высокие давления (зона анаморфизма), то происходит обезвоживание (дегидрация) этих минеральных масс. Выделенная вода в виде паров поднимается в более высокие и холодные сферы земной коры, где и сгущается в капельно-жидкую подземную воду.

Надо однако заметить, что в чистом виде на земную поверхность ювенильная вода выступает крайне редко. Чаще всего приходится иметь дело с водами смешанными, в которых мы имеем и вадозную и ювенильную воду одновременно. Ювенильная вода обычно отличается высокой газированностью и минерализацией.

2. Вторым вопросом, которым занимается гидрогеология, является вопрос о тех закономерностях, которыми подчиняется вода в своих подземных передвижениях. В этом отношении пути подземных вод настолько сложны и неоднородны, что до сих пор не удалось еще установить безукоризненных формул, которыми можно было бы учитывать законы движения подземных вод. В общем различают два основных вида движения подземных вод: движение струйчатое, при котором наблюдается как бы параллельное передвижение отдельных частиц воды по ее пути, и движение вихревое (турбулентное), подобное тому, которое наблюдается в обычных речных потоках. Первое из этих движений — струйчатое — отличается своей медлительностью, причем скорость движения нарастает пропорционально увеличению уклона пути, по которому движется вода; при вихревом движении скорость нарастает не пропорционально уклону пути, а пропорционально квадратному корню из этого уклона. Таким образом как бы намечаются две закономерности, из которых первая получила название закономерности Дарси, а вторая — закономерности Шези (по именам исследователей, установивших эти закономерности).

3. Наконец третьим вопросом, которым занимается гидрогеология, является вопрос о режиме подземных вод. На-

блюдая воду в каком-нибудь одном месте, например в колодце, можно заметить, что с течением времени изменяется количество воды в колодце, т. е. уровень воды в колодце то поднимается, то падает, изменяется температура воды, изменяется вкус воды. Другими словами, мы имеем дело с какой-то массой переменной и в количественном и в качественном отношении. Установление этих изменений, с одной стороны, и выяснение причин, обуславливающих эти изменения — с другой, и являются элементами учения о режиме подземных вод. Если подходить к изучению подземных вод с практической точки зрения, знание режима подземных вод весьма существенно, потому что без этого знания можно легко впасть в большую ошибку при подсчетах тех количеств, которые можно получить при использовании подземных вод. Так например, если копается колодец в таком сезоне, когда уровень подземной воды стоит высоко и неизвестно, до какой глубины этот уровень упадет в дальнейшем, то можно соорудить колодец, который будет удовлетворять потребности в данный момент, но через некоторое время он пересохнет, и сооружение окажется бесполезным.

Наоборот, производя разведку под основание для какого-нибудь крупного сооружения (например для доменной печи и т. д.) в момент низкого стояния грунтовых вод, мы можем дать для строителей благоприятное заключение. Однако при подъеме уровня грунтовых вод обстоятельства могут оказаться весьма неблагоприятными для сооружения.

Тесная связь между практическими запросами и теоретическим изучением подземных вод сказывается в истории гидрогеологии в гораздо большей степени, чем в какой бы то ни было другой науке. По существу вся современная гидрогеология, развившаяся только за последние 70—80 лет, представляет случаи постоянной и глубокой связи практических запросов с теоретическим обобщением получаемых при практических опытах данных.

Таким образом область применения гидрогеологии чрезвычайно обширна, и необходимость учета гидрогеологических условий является весьма существенным обстоятельством в целом ряде народнохозяйственных предприятий.

В связи с изложенным план нашего курса должен будет состояться из следующих частей:

1. Основные данные гидрометеорологии как один из важнейших источников питания подземной вадозной воды.
2. Физические и химические свойства жидкой воды как минеральной массы, активно действующей в земной коре и являющейся объектом практического использования.
3. Гидрогеологические свойства горных пород

4. Учение о происхождении и движении подземных вод и их классификация.

5. Режим и баланс подземных вод.

6. Организация гидрогеологических исследований в связи с народнохозяйственными и научно-исследовательскими задачами.

ГЛАВА I

Важнейшие для гидрогеологии данные гидрометеорологии

Как указано было выше, в питании вадозных вод играет большую роль атмосферная влага. Еще недавно, до 1902 г., когда Эдуард Зюсс впервые указал на возможность ювенильного происхождения подземных вод, считали, что подземные воды образуются исключительно за счет атмосферной влаги.

Однако и в отношении способа образования подземных вод из атмосферной влаги существовали сильные разногласия. Одни утверждали, что подземные воды образуются исключительно за счет тех атмосферных осадков, которые попадают на поверхность земли в виде снега, града и дождя. Снег и град тают и, превратившись в жидкую воду, подобно воде дождевой просачиваются в недра земли. Это воззрение на происхождение подземной воды за счет атмосферных осадков получило название *инфильтрационной теории*, которая является одной из самых старых теорий о происхождении подземных вод.

Другие отрицали возможность происхождения подземных вод за счет атмосферных осадков и указывали на иной способ их происхождения, а именно на возможность сгущения (конденсации) капельно-жидкой воды из паров, которые содержатся в воздухе, проникающем при движении атмосферы во все пустоты земной коры. Это воззрение получило название *конденсационной теории*.

В настоящее время принимаются с некоторыми поправками обе эти теории, как указывающие возможные источники происхождения подземных вод. И в том и в другом случае имеет значение та влага, которая находится в атмосфере, потому что именно атмосферная влага, сгущаясь, дает атмосферные осадки.

Каков же режим этой атмосферной влаги?

Количество парообразной влаги в воздухе не всегда одинаково. Влажная поверхность земли и поверхность водоемов испаряют воды, которые напитывают воздух. Ход испарений не всегда однороден. В одних случаях испарение совершается очень интенсивно, в других случаях оно совершенно незаметно. Метеорологи установили некоторые закономерности, которые наблю-