

А.Ф. Лебедев

Почвенные и грунтовые воды

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
А11

А11 **А.Ф. Лебедев**
Почвенные и грунтовые воды / А.Ф. Лебедев – М.: Книга по Требованию,
2022. – 278 с.

ISBN 978-5-458-59883-5

ISBN 978-5-458-59883-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

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.

нейшую признательность Обществу Сельского Хозяйства Южной России, Южно-русскому Мелиорационному Бюро, Правлению Новороссийского Университета. Одесскому Городскому Общественному Управлению, Отделу Земельных Улучшений Министерства Землеустройства и Земледелия и Новороссийскому Обществу Естествоиспытателей.

Одесса. Ноябрь 1916 года.

К печатанию настоящей работы в «Трудах по с.-х. метеорологии» было приступлено в начале 1917 г. Было уже напечатано два листа, когда разразившаяся революция остановила печатание. Два года я не мог найти средств на печатание.

Появление работы в настоящее время обязано Совету Донского Сельско-Хозяйственного Института, предоставившему необходимые для этого средства. Поэтому почитаю приятным долгом выразить институту мою искреннюю признательность.

Автор.

Ноябрь 1918 г. — июль 1919 г.

Ростов на-Дону.

Университет. Агрономическая Лаборатория.

ПРЕДИСЛОВИЕ ко 2-му ИЗДАНИЮ.

Настоящая книга представляет дополненное первое издание моей работы «Передвижение воды в почвах и грунтах». Я изменил название сочинения, чтобы лучше оттенить его содержание.

Работа «Передвижение воды в почвах и грунтах» была встречена доброжелательно как научной критикой, так и все-союзными съездами гидрологов (1924 и 1928 г.г.) и почвоведов (1926 г.), выразившими пожелания о переиздании этой книги. Неожиданно для автора работа заинтересовала широкий круг специалистов-гидрологов, геологов, почвоведов, агрономов, инженеров-гидротехников и мелиораторов. Широкое внимание к вопросам, затронутым в работе, создает благоприятные условия для дальнейшего всестороннего изучения поставленных в ней проблем. Поэтому автор особенно признателен Комитету Урожайности при Наркомземе РСФСР, по плану которого идет переиздание этой книги.

Автор.

Май 1929 г.

ГЛАВА I.

ТЕОРИЯ ФОЛЬГЕРА.

К началу XIX века современный взгляд на происхождение грунтовых вод и источников уже вполне сформировался и был принят значительным большинством ученых. В основе этого взгляда лежало представление римлянина *Марка Витрувия Поллия*, развитое им в сочинении «De architectura», что грунтовые воды и воды источников происходят из дождевых и снеговых вод путем просачивания этих осадков до водонепроницаемых пластов земли, где, задерживаясь, они образуют грунтовые воды, или, вытекая на поверхность земли, дают начало ключам и источникам. Этот взгляд в свое время не получил ни признания, ни развития, и только через полторы тысячи лет, уже в эпоху возрождения он вновь был высказан целым рядом исследователей, как *Бернард Палисси* (1650 г.) ¹⁾, *Фоссилиус* (1656 г.) ²⁾, *Вертолин* (1701 г.) ³⁾ и др.

Благодаря трудам французского физика *Мариотта* (1717 г.) и *Де-ла Метри* (1797 г.), взгляды *Марка Витрувия Поллия* приобретают почти всеобщее признание, особенно среди метеорологов и физиков, и инфильтрационная теория занимает прочное положение.

Однако, против теории инфильтрации были сделаны серьезные возражения, особенно *Перрольтом* и *Де-ла Гиром*, причем последний автор пришел к выводу, что «вся вода источников происходит не из атмосферных осадков, но из воздуха, насыщенного влагой, постоянно поднимающегося изнутри земли».

По причинам, указанным в предисловии, я не буду останавливаться на разборе работ как вышеупомянутых авторов,

¹⁾ Сочинение «Discours admirable de la nature des eaux et fontaines tant naturelles qu'artificielles» было напечатано в Париже.

²⁾ Сочинение «De Nili et aliorum fluminum originis» было напечатано в Гааге.

³⁾ Сочинение «De fontium et fluminum originis ex pluviis» было напечатано в Копенгагене.

так и целого ряда других исследований, а перейду непосредственно к рассмотрению теории *Отто Фольгера*, сыгравшей в истории развития учения о происхождении грунтовых вод весьма крупную роль.

В 1877 году в докладе, ¹⁾ представленном XVIII общему собранию союза немецких инженеров, *Фольгер* выставил два положения, согласно которым 1) грунтовые воды не происходят из дождевых вод и 2) грунтовые воды образуются благодаря сгущению водяных паров воздуха атмосферы в земле на некоторой глубине от поверхности почвы.

Доклад *Фольгера* распадался на две части. В первой части, критической, была собрана вся аргументация против теории инфильтрации, а во второй части были изложены основания нового учения.

Что касается критических соображений *Фольгера*, выставленных им против теории инфильтрации, то здесь мы не встречаемся ни с оригинальностью, ни с силой аргументации. *Фольгер* лишь подтверждает, на основании собственных наблюдений, наблюдения и соображения своих предшественников, указывая, что осадков выпадает вообще настолько мало, что они не могут проникнуть в почву на сколько-нибудь значительную глубину и, таким образом, не могут дать начала грунтовым водам. *Фольгер* указывает далее, что земля обладает свойством не пропускать воду, если последняя находится над ней даже в больших количествах, о чем свидетельствуют наши реки, моря и озера, равно как и рудники, простирающиеся в иных случаях «далеко под поверхностью моря» и в которых «напор воды не более, чем в рудниках, заложенных на вершинах гор».

Затем *Фольгер* останавливается на вычислениях, которые, начиная с знаменитого академика *Перольта*, производили *Мариотт* и *Дальтон* и которые показали, что количество выпадающих дождей на данной территории больше, чем количество вод, уносимых реками с той же площади.

Этим путем, путем вычислений, говорит *Фольгер*, хотели доказать, что ключи и реки питаются дождевыми водами, но здесь было совершенно забыто испарение, которое (особенно на площадях, занятых растениями), по наблюдениям *Шюблера*, подтвержденным и более поздними исследованиями, гораздо больше, чем общая сумма осадков.

Таковы те основания, которые не только не позволили *Фольгеру* признать господствующую теорию происхождения

¹⁾ «Die wissenschaftliche Lösung des Wassers — insbesondere der Quellenfrage mit Rücksicht auf die Versorgung der Städte». Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1877. Bd. XXI. N. 11. S. 481 — 502.

грунтовых вод, но, напротив, привел его к полному отрицанию этой теории и к созданию новой.

Но если почва путем испарения теряет воды больше, чем получает ее в виде осадков, то, говорит *Фольгер*, необходимо допустить, что «земля должна из другого источника получать ту разницу, на которую она отдает больше, нежели получает». *Фольгер* указывает, «что таким источником является водяной пар, содержащийся в воздухе». Воздух проникает, по мнению *Фольгера*, в землю, где на соответствующих глубинах при пониженной температуре происходит конденсация водяных паров, а, следовательно, и образование грунтовых вод.

Справедливость своего взгляда *Фольгер* подтверждает наблюдениями, согласно которым повышение уровня грунтовых вод происходит нередко после дождя; он указывает, что эти два явления действительно стоят в причинной связи, но что эту связь надо видеть не в том, что грунтовые воды образуются на счет дождей (старое учение), а в том более обильном содержании водяных паров в воздухе, которое обычно наблюдается в дождливую погоду или даже предшествует ей, и которое обуславливает как образование дождевых облаков, с одной стороны, так и более энергичное образование грунтовой воды — с другой. Большим содержанием водяных паров в воздухе *Фольгер* объясняет также и тот факт, что летом грунтовые воды часто стоят выше, чем зимою.

Учение *Фольгера* произвело сильное впечатление в кругах специалистов. *Мор*, *Зонтаг* и *Яри* с энтузиазмом признали это учение, тогда как *Ганн* и *Вольни* отрицательной критикой и опытами (*Вольни*) пытались показать полную несостоятельность новой теории.

История этой идейной борьбы крайне интересна, так как она раскрывает нам как основные промахи разбираемого учения, так и тот путь, идя которым только и возможно разрешить интересующую нас проблему.

По методу исследования работа *Фольгера* ничем не отличалась от работ его предшественников, изучавших этот же вопрос. В своих теоретических построениях *Фольгер* также исходит из некоторых простейших физических явлений и далее делает ничем необоснованную попытку приложить законы этих явлений к весьма сложным условиям. Все здание нового учения было построено на «логических возможностях» и нигде не было сделано проверки, чтобы исключить из «возможного» все недействительное и таким образом получить реальную картину изучаемого явления. *Фольгер*, как и его предшественники, не пользовался экспериментом и в этом была самая слабая сторона его работы. Наблюдение в руках современного

естествоиспытателя нередко дает импульс и величайшую опору в создании теоретических концепций, но тем не менее всюду, где есть хотя бы малейшая возможность экспериментальной проверки тех или иных теоретических построений как известных логических возможностей, такую проверку необходимо производить, чтобы избежать создания фиктивных картин тех или иных явлений.

Чтобы иллюстрировать только что сказанное, рассмотрим хотя бы случай, приводимый *Фольгером*. Повышение уровня воды в колодцах после дождей инфильтрационная теория объясняет просачиванием дождевых вод, тогда как *Фольгер* видит причину этого явления в увеличении количества водяных паров в атмосфере. При известных допущениях и при отсутствии более или менее полного анализа сопутствующих явлений, и одно и другое объяснение могут быть признаны правдоподобными и приняты за косвенное доказательство справедливости той или другой точки зрения. Так в действительности и было: почти 40 лет причину одного и того же явления разные школы видели в совершенно различных вещах и, что особенно характерно для гидрологии, такое положение дела считалось как бы нормальным, так как до самых последних лет даже и не делалось попыток найти выход из создавшегося положения. Но как только такая попытка была сделана (*Отоцкий*) ¹⁾, то оказалось, что ни одно ни другое объяснение в общем случае не верны, и что вообще повышение и понижение уровня воды в колодцах находится в зависимости, повидимому, преимущественно от давления почвенного воздуха, а не от энергии питания водоносного горизонта.

Несмотря на только что указанный основной недостаток работы *Фольгера*, она все же сыграла в истории вопроса о происхождении грунтовых вод весьма крупную роль. Начиная с *Фольгера* и до наших дней, инфильтрационная теория встречает целый ряд исследователей, не согласных с ее положениями и создающих более или менее новые картины взамен старого учения. После *Фольгера* сильнее начали интересоваться вопросом, и это в значительной мере было обязано той непримиримой постановке вопроса, с которой мы встречаемся у этого исследователя. «Нет ни одной научной теории, менее обоснованной и ложной, чем теория о происхождении ключевых вод из вод дождевых», утверждал *Фольгер*. Решительно порывая с старым, *Фольгер* бросил резкий вызов господствовавшей инфильтрационной теории, и тем самым вызвал из-

¹⁾ А) «Современные проблемы научной гидрологии». Гидрологический Вестник. 1915 г. № 1. Стр. 8—13. Б) «Режим грунтовых вод». Почвоведение. 1915 г. № 3. Стр. 25.

известную переоценку уже прочно укоренившихся представлений.

Первыми, примкнувшими к взглядам *Фольгера*, были профессор *Мор*¹⁾, затем профессор *Зонтаг* и *Яри*. Вся тяжесть защиты фольгеровского учения пала на двух последних авторов, которым пришлось бороться с таким видным противником, как известный метеоролог *Ганн*.

Небольшое число последователей фольгеровского учения несомненно объясняется той отрицательной критикой *Ганна*, которая появилась вскоре вслед за опубликованием доклада *Фольгера*, когда новые идеи недостаточно еще оформились и окрепли, когда отдельные части учения еще не были приведены в систему.

Зонтаг и *Яри* в своей первой статье (Gaea Bd. XVI S. 320) с особой силой подчеркивают отрицательные стороны принятого учения о происхождении грунтовых вод и сразу становятся на точку зрения *Фольгера*. «На что,—спрашивают они,—опирается старая теория?» И на это отвечают: «на явление, у которого известны только начальный и конечный члены ряда, и на математическую выкладку, решающий фактор которой остается неучтенным. Начальный член ряда — это факт, что дождь падает на землю, конечный — это то, что в почве имеется вода. Эти два результата наблюдений привели в причинную связь, не зная или не принимая во внимание промежуточных членов ряда, и пробел в последовательности ряда старались заполнить тем, что всю теорию облекли в математические формы».

Зонтаг и *Яри*, так же как и *Фольгер*, указывают, что образование грунтовых вод путем просачивания дождевых, снеговых и т. п. вод, равно как и путем инфильтрации речных вод, невозможно, благодаря сильной водоудерживающей способности почв (влагоемкость), с одной стороны, и заиливанию (берега и дно рек, озер)—с другой. Но в то время, как *Фольгер* основывал свои соображения исключительно на наблюдениях, *Зонтаг* и *Яри* подходят к этому вопросу путем опыта. Они изучают водозадерживающую способность различных почв, быстроту передвижения воды в них и явления заиливания. Эти опыты авторы ставят в широких трубках с различными количествами почвы и воды, равно как и при различных давлениях просачивающейся воды и т. п. и получают следующие результаты: просачивание воды идет в различных почвах на небольшую глубину, а водоудерживающая способность почв очень велика, как это видно из следующих данных:

¹⁾ Mohr. Gaea. Bd. XIV. 1878.

№№ опытов	П о ч в а	Глубина просачивания в см	Количество воды в мм
I	Садовая земля	38	1870
II	Песок	38	103
III	Кварцевый песок	65	95

В последнем столбце показано то количество воды (осадков) в мм, которое необходимо, чтобы вода просачивалась на соответствующую глубину (3-й столбец).

Опыты с быстротой горизонтального передвижения воды показали, что это передвижение может совершаться лишь с чрезвычайной медленностью и что, следовательно, инфильтрацией речных и озерных вод невозможно объяснить образование и питание грунтовых вод. Авторы на основании своих опытов дают, например, такие расчеты: должно пройти 190 лет, чтобы частица воды передвинулась горизонтально в рыхлом песке на 2.000 метров, и эта частица проходит 2.000-й метр в 69,4 дня; для глины эти отношения еще менее благоприятны—здесь для прохождения только 100 метров необходимо 63,4 года, а в последнем, сотов, метре частица воды будет передвигаться в течение 695 дней.

Для выяснения явления заиливания *Зонтаг* и *Яри* поставили опыт таким образом: была взята наполненная песком трубка и пропитана водой настолько, что последняя начала вытекать с нижнего конца; тогда вода сверху была слита и заменена водой, в которой находилась муть взвешенной глины; через 5 часов после этого начался отсчет просачивающейся (под постоянным давлением) воды и оказалось, что

в первые	100 минут	просочилось	142 см
„ следующие	6 часов	„	128 „
„	6	„	101 „
„	9	„	83 „

Как видно из опыта, заиливание шло очень энергично.

Опыты по изучению просачивания воды в глине показали авторам, что «слой сырой глины незначительной (15 см) мощности непроницаем для воды даже при сильном давлении».

На основании подобного рода опытов (всего XII) *Зонтаг* и *Яри* пришли к выводу, что «ни грунтовые, ни почвенные воды не могут происходить ни от так называемых просачивающихся или дренажных вод, ни от инфильтрации».

Попытка *Зонтага* и *Яри* экспериментально доказать возможность конденсации парообразной воды атмосферы в почве совершенно несостоятельна и поэтому я не буду на ней останавливаться ¹⁾. Не буду я также останавливаться и на кри-

¹⁾ А. Ф. Лебедев. «Роль парообразной воды в режиме почвенных и грунтовых вод». Труды по с.-х. мет. Вып. XII. Стр. 49—50.

тическом разборе опытов *Зонтага* и *Ярца*, имевших целью иллюстрировать весьма сильную водоудерживающую способность почв, так как несостоятельность такого рода опытов делается сама собой очевидной после ознакомления с явлениями передвижения воды в почвах и грунтах, изученными нами.

Против теории *Фольгера Ганн*¹⁾ сделал следующие возражения²⁾:

1) Выделяющаяся при конденсации скрытая теплота парообразования должна настолько нагреть соответствующий слой земли, что дальнейшая конденсация делается невозможной.

2) В атмосфере нет такого количества водяных паров, которое могло бы обеспечить питание грунтовых вод в количестве около 200 мм в год, согласно норме, обычно принимаемой последователями инфильтрационной теории.

3) В тропических странах по теории *Фольгера* невозможно было бы образование грунтовых вод, потому что там отсутствует слой земли с достаточно низкой температурой.

4) При образовании грунтовых вод по теории *Фольгера* в земле должен был бы происходить весьма интенсивный обмен воздуха (около 2.000 куб. м в сутки через площадь 1 кв. м поверхности земли), что невозможно, так как в летний период земля холоднее воздуха. Диффузия воздуха в почву и обратно и изменение давления атмосферы весьма незначительны и не могут, по мнению *Ганна*, являться причиной столь сильного газообмена между воздухом атмосферы и грунта, как это допускают *Зонтаг* и *Ярц*³⁾.

Таковы были соображения *Ганна*, которые привели его к полному отрицанию взглядов *Фольгера*. Надо отметить, что *Зонтаг* и *Ярц* не рассеяли сомнений, выдвинутых *Ганном*, и, повидимому, этим и объясняется, что учение *Фольгера* почти не имело последователей. Были иногда попытки извлечь из научного архива эту теорию⁴⁾, но эти попытки не сопровождались экспериментальной и теоретической разработкой вопроса, и поэтому вопрос не двигался вперед, учение *Фольгера* не развивалось. Вслед за *Ганном* против фольгеровского учения высказался *Лицнар*⁵⁾ на основании наблюдений над колебанием уровня грунтовых вод, так как по имевшимся в распоряжении *Лицнара* данным во многих случаях уровень грун-

¹⁾ Gaea. 1881.

²⁾ См. подробнее в моей работе «Роль парообр. воды». Стр. 50 — 54.

³⁾ Gaea. 1881.

⁴⁾ A. Meydenbauer. «Zur Grundwasser und Quellentheorie». Gaea. 1883. Bd. 19. S. 606 — 610.

⁵⁾ J. Liznar. «Ueber die periodische Aenderung des Grundwasserstandes» Gaea. 1881. Bd. 17. S. 330 — 336.

товых вод достигал максимальной высоты весной, а не летом, как это требовалось по теории *Фольгера*.

Я не буду останавливаться на изложении подобного рода работ в виду того, что наблюдения над изменением уровня грунтовых вод могут дать вообще лишь косвенные указания для решения вопроса о происхождении грунтовых вод особенно в тех областях, где эти воды лежат на значительной глубине.

Интересно отметить одну особенность спора между защитниками фольгеровской теории и ее противниками. *Фольгер* и его последователи свое учение основывали на невозможности просачивания атмосферных осадков на значительную глубину (в силу большой влагоемкости почв и недостаточного количества осадков, значительная часть которых возвращается к тому же обратно в атмосферу и моря путем испарения, скатывания и выдувания) и указывали как новый источник обогащения почв и грунтов водою, так и механизм этого процесса. Защитники же старого учения тщательно обходили вопросы, выдвинутые отрицательной критикой фольгерянцев (и более ранних исследователей и наблюдателей) против господствующей теории, и нападали исключительно на самые слабые места новой теории — на невозможность столь быстрого обмена между воздухом атмосферы и земли, как это должно было бы быть согласно теории *Фольгера*.

Критика *Ганна*, построенная на только что указанных основаниях, была настолько сильна, что на много лет похоронила не только наиболее слабую часть теории *Фольгера*, но и всю теорию в целом. Вместе с тем и наиболее ценная и здоровая часть теории — указание на паробразную воду атмосферы, как на непосредственный источник обогащения почв водою — не получила надлежащей разработки и освещения.

Мы уже видели выше, что *Фольгер*, обсуждая вычисления *Мариотта*, указывал, что при этих вычислениях была сделана грубая ошибка, так как не было принято во внимание испарение растений. Ссылаясь на исследования *Шюблера* и др., *Фольгер* указывал, что количество воды, испаряемой растениями с известной площади, больше, чем количество осадков, выпадающих на ту же площадь. Этот взгляд разделялся многими исследователями включительно до 80-х годов прошлого столетия, когда проверкой его занялся профессор *Вольни*.

В критической части работы *Вольни* ¹⁾ указывает, что вышеприведенный взгляд был основан на исследованиях, страдавших очень крупными методологическими дефектами. Исп-

¹⁾ «Untersuchungen über die Wasserverbrauchsmengen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Rücksicht auf die agrarmeteorologischen Verhältnisse». Forschungen. Bd. 4. S. 85.