

Д.И. Мушкетов

Техническая геология

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Д11

Д11 **Д.И. Мушкетов**
Техническая геология / Д.И. Мушкетов – М.: Книга по Требованию, 2023. –
416 с.

ISBN 978-5-458-60222-8

ISBN 978-5-458-60222-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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

Н.Р. Шенк
К.
2-11-34.

«... я не задавался целью написать руководство — как поступать инженеру во всевозможных случаях его практики; цель настоящего труда заключается лишь в том, чтобы заставить осознать техников важное значение геологии при составлении проектов различных работ, а следовательно и сознать необходимость запастись известными сведениями и известной споркой, чтобы иметь возможность понять и должным образом оценить всякое явление. «Для бесконечного разнообразия природы установить шаблонов нельзя...»

«Именно техническая подготовка, развитая в людях способность к наблюдению и представлению, способствует должному пониманию ими геологии как науки, где наблюдение есть единственный плодотворный метод. Наука, с основными началами которой изучающий сталкивается и в других областях знания, и для свободного понимания которой он имеет необходимую подготовку, познается легко, в особенности если наука и практика идут рука об руку. «Научный язык геологов должен быть понятен инженеру».

Вагнер. Приложение геологии к инженерному делу. 1887.

«Поскольку интересы государства требуют предотвращения расхищения народного достояния, правительство должно было бы требовать рационального применения предварительных геотехнических работ, столь же категорически, как и выполнения строительных норм и законоположений, а также подготовки подрастающего поколения к этим геотехническим наблюдениям в соответствующих строительных высших технических школах».

Терцаги.

Исходя из того, что предлагаемая книга преследует двоякую цель — руководства технической геологии, с одной стороны, и пропаганды идеи необходимости большего применения геологических знаний и методов инженерами, с другой, — считаем полезным в выдержках привести взгляды по этому вопросу тех немногих геологов и инженеров, которые стремились к проведению и укреплению этих взглядов у нас и за границей.

Несмотря на всю кажущуюся ясность и зрелость вопроса, поставленного 55 лет назад, мы видим однако, что положение его еще слишком мало подвинулось за этот большой срок, для того чтобы не нужно было повторять все тех же доводов.

Первой работой в этом направлении была «Техническая геология» Браунса (1877 г.), наиболее важное же агитационное значение имела книга Вагнера «Приложение геологии к инженерному делу», переведенная на русский язык. В предисловии к ней И. В. Мушкетов, всю жизнь проводивший эту идею и первый воплотивший ее у нас в действительность, писал:

«В последнее время практическое применение геологии все более и более расширяется. Не говоря уже о горном деле, из которого возродилась сама геология, многие другие отрасли знания постоянно сталкиваются с вопросом о строении почвы и нуждаются в помощи геологии. Поэтому тем более странно, что в деле проведения и особенно при изыскании направлений железных дорог долгое время почти исключительно ограничивались только изучением топографии местности и не обращали внимания на ее геологические особенности. Однако горький опыт как у нас, так и в других странах убедил, что при выборе направления железных дорог далеко не достаточно одна нивелировка, а необходима также основательная зондировка почвы для определения ее геологического состава, условий циркуляции подземных вод и пр. Железнодорожные катастрофы, с одной стороны, а с другой — бесполезная затрата большого капитала на ремонт при эксплуатации, которой возможно бы было избежать при другой постановке изысканий, как например на Сызранской, Оренбургской и др. железных дорогах, сами собой привели к сознанию необходимости предварительных геологических исследований при выборе направления железных дорог. Сознание это еще более выразилось при проведении железнодорожных туннелей в горных странах.

«Давая основание подобным работам, геология вместе с тем получает от них много новых и интересных фактов, имеющих важное научное значение. Следовательно, инженерам не только следует пользоваться геологией для своих работ, но также необходимо быть хотя бы настолько подготовленными в геологии, чтобы суметь во время

собрать ценный материал и сделать важнейшие наблюдения, которые часто по окончании работ становятся недоступными. Кроме того, знакомство с геологией полезно также для целесообразного применения зондировки почвы.

«Практика показывает, что иногда даже в тех немногих случаях систематической зондировки почвы, которые наблюдаются в последнее время у нас, затрачивается на нее гораздо больше труда, чем это нужно, например пробивают десятки буровых скважин там, где двух-трех было достаточно для решения вопроса».

Один из учеников И. В. Мухомова, много работавший по его указаниям в качестве геолога на железных дорогах, горный инженер Д. Л. Иванов, относительно дальнейшей жизни земляного полотна со времени его постройки в 1889 г. писал следующее:

«В настоящее время, после того как дорога построена и принята от строителей, она переходит в руки эксплуатации, причем дальнейшая история земляного полотна поступает в ведение службы ремонта пути. Дело этой службы заключается в наблюдении не за жизнью, а за исправностью пути. Замечена неисправность, — исправлена, и довольно. Обыкновенные повреждения, а иногда даже и довольно серьезные — во избежание проволочек в канцелярской переписке — исправляются в счет текущего годового ремонта по усмотрению начальника участка или главного инженера без всяких особых технических записей, наблюдений и т. п. И лишь только экстраординарный ремонт попадает в деловую переписку с изложением технических обстоятельств события и общих мер по исправлению пути в этом месте. Поэтому даже о крупных происшествиях в делах канцелярий далеко не всегда можно найти вполне подробные описания, а о менее значительных не остается ровно никаких следов. И опять-таки исследователю каких-либо нарушений в устойчивости полотна, чтобы хоть сколько-нибудь ориентироваться среди бывших событий на пути, поневоле приходится искать свидетеля рабочего, хотя память его обыкновенно и оказывается весьма сомнительной. А ведь крупные события по ремонту чаще всего готовятся медленными, иногда едва заметными, и то лишь при систематических наблюдениях, изменениями. Поэтому «неожиданный» результат, «внезапное» появление каких-либо больших разрушений в большинстве случаев потому только неожиданны и внезапны, что мы ранее не обращали внимания на очень важные подробности и не изучали их. Этим я хочу сказать, что одних хотя бы и самых тщательных наблюдений за внешней исправностью пути недостаточно, как недостаточно содержать в исправности ружье, патроны и мишени, чтобы при помощи этой одной «исправности» быть в состоянии, когда понадобится, хорошо действовать на охоте или на войне.

«Необходимо специально наблюдать за жизнью полотна железной дороги и придорожной полосы. Под именем «жизни» в данном случае должно разуметь те современные геологические явления, которые неустанно совершаются на земле и внутри ее, под влиянием целой совокупности физических сил, работающих над видоизменением «каменной» природы или «коры земной». Главными деятелями, разру-

шающими и созидающими, будут: вода, воздух, климат, горообразовательные силы, вулканизм и деятельность растений, животных и человека. Смотри по тому, в какой взаимной комбинации прилагаются эти силы, к какому физико-географическому типу принадлежит и какое строение имеет данная местность, — постольку будет изменяться и самый характер жизни ее поверхностных толщ.

«Горная местность и равнина, континентальный и холодный, теплый и приморский климат, сильные ветры и различная степень влажности, обилие текучих вод и переносные пески, простое и сложное геологическое строение, прочные и легко выветривающиеся или размываемые породы, спокойные страны и округа провалов, землетрясений, горных и ледниковых обвалов, грязевых и лавовых извержений, ливни с наводнениями, леса, болота, степи, соляные озера, прибрежные раковинные банки и косы, пустыни и густо населенные районы, — все эти типы в разных переходах и сочетаниях создают ту или другую жизнь земли в разных местностях, — жизнь, отзывающуюся на всем, и на полотне железной дороги в частности.

«Протягиваясь из одного района в другой с разнообразными природными условиями, железнодорожный путь с его подъемами и уклонами, с его насыпями, выемками, туннелями, мостами, канавами, трубами, откосами, дренажами, подпорными стенками, присыпками, облицовками, плотинами, берегами, ключами и колодцами, резервами, карьерами и пр., — путь этот подчиняется общим законам жизни, испытывая все сложные влияния и видоизменения от силы природы и разрушаясь в той или другой степени, сообразно местным физико-геологическим условиям.

«Понимать эту жизнь и регулировать силы природы можно только при специальном ее изучении и постоянных правильных наблюдениях со стороны лиц, для того только назначенных. До настоящего времени подобных наблюдений на наших дорогах не производилось, и жизнь железнодорожных сооружений, связанных с полотном дороги, нам известна лишь из иностранных справочных книжек и из лабораторных опытов, а не из громадного материала, доставляемого самими дорогами.¹

«Как живет насыпь из той или другой горной породы, в том или другом климате, так или иначе сооруженная, на таком-то основании и т. п.? Как она садится, трескается, выдувается ветром, размывается, раскисает, ползет, выпучивается, в какое время, в каком количестве? Как держится при разных закреплениях? Когда насыпь установилась, пришла в равновесие — не по смете, не в постройке, а на самом деле, т. е., взяв все работы по ее первоначальному ремонту и капитальному последующему? Какие катастрофы переживала насыпь от экстренных событий природы и пр.? Из чего слагаются признаки неустойчивости данной насыпи, признаки и самые отдаленные, и более яркие, настоятельные, и, наконец, несомненно опасные? Каким именно способом и в какой постепенности разрушается насыпь в опасных случаях? Как живут выемки, условия которых гораздо разнообраз-

¹ Редкими исключениями являются несколько статей, посвященных специально исследованию строения дорожного полотна, и то далеко не всегда настолько подробных, чтобы иметь строго техническое значение

разнее и сложнее, чем в насыпях? Как живут туннели, спуски, подходы, мостовые основания, акведуки и пр., и пр.?

«Все эти вопросы не находят соответствующих ответов, основанных на точных и специальных наблюдениях, — ответов со стороны лиц специальной техники, приставленных только к этой области наблюдений.

«Пройденная Россией продолжительная практика построек и эксплуатации железных дорог все более и более убеждает в необходимости изменения приемов, сложившихся под влиянием прежней системы чисто строительных методов и наблюдений. Новые требования так или иначе уже пробиваются в жизнь, тем или другим манером удовлетворяются до некоторой степени, но еще далеко не общепризнаны, не согласованы с другими сторонами техники железнодорожной жизни; они являются как будто исключениями, случайными или временными мерами; они не введены еще в общую систему и слишком часто не могут быть осуществлены по многим причинам, как например по недостатку личного персонала, или по его практической неподготовленности, или же в силу прямых требований инструкции, преследующей иные цели.

«При моих геологических разъездах и работах мне часто приходилось встречаться с инженерами путей сообщения. Предо мною прошло столько дельных, толковых, работающих и знающих свою специальность техников, искренне заинтересованных делом. И в то же время эти прекрасные люди принуждены были держаться направления, указанного привычной узко-специальной и прочно установившейся служебной точкой зрения. С этой давно обособленной точки зрения инженер, по старому завету, отлично видел «путь», его «ось», «уклоны и закругления», замечательно следил за «головкой рельса», мерой кюветов, кубической саженью и т. п. до габарита включительно, — но все же остальное, всю природу принужден был рассматривать и измерять только по отношению к оси пути.

«Прежний инженер-строитель должен был обращать главное внимание на местный рельеф страны, выбирая легче доступный для дороги, совершенно не интересуясь тем, почему выработался тот или другой топографический облик, и крайне редко справляясь с подробностями геологического строения местности.

«Прежний инженер-строитель должен был оценивать геологическое строение прежде всего с точки зрения «грунтов», т. е. подразделений на мягкий, сыпучий, средний, скалистый, в смысле усилий при его разработке. Поэтому в отдел «скалы» одинаково отходили и гранит с диоритом, и гипс с жемчужковым кремнистым сланцем, и т. п.

«Не в привычках строителя было видеть и измерять простирания и падения пластовых горных пород, характерные трещины, их разбивающие, делать разрезы почвы, согласно природным направлениям этих пород; он даже повидимому не всегда нуждался в ориентировке своих работ и наблюдений по странам света. Он резал почву, как кусок теста, по направлению своих геометрических построений, все его профили и прорезы он должен был составлять непременно или продольно, или поперечно к оси дороги; все расстояния брать не от местных естественных пунктов под известным румбом, а от той же оси пути, в перпендикулярном к нему направлении; все высоты от-

носить к головке рельса в данной точке, куда бы путь ни направлялся! всю окружающую природу изучать не далее откосов и канавы, как распространение воронок, например на Самаро-Златоустовской дороге, не переступало за «полосу отчуждения»...

«Словом, прежний железнодорожный инженер исключительно должен был быть строитель, исключительно арифметик и геометр, техник, не выходящий из области сооружаемого им пути, как будто путь не связан вовсе с природными условиями, а находится в зависимости лишь от заданий проекта. Соблюдены уклоны, радиусы, откосы, резервы, обходы, кюветы, прорезы и трубы, — и дело считалось законченным».

Другой ученик и продолжатель идеи И. В. Мушкетова, проф. К. И. Богданович, через 22 года после Д. Иванова также старался проводить необходимость геологии для строительства и формулировал это следующим образом на II Съезде деятелей по практической геологии в 1911 году:

«В практику железнодорожного строительства в России почти вошло в обычай привлекать к делу изыскания геологов, на разрешение которых предлагаются со стороны инженеров различные вопросы, касающиеся естественных условий прочности как будущего полотна, так и различных сооружений, условий водоснабжения линии и даже выбора строительных материалов. Каждый из таких вопросов требует иногда всестороннего ссвещения геологических условий не только данного небольшого участка линии, но и всего района, но и помимо этого каждый из таких вопросов, даже в простейшем случае, требует со стороны геолога кропотливого ознакомления с техническими условиями сооружения и неоднократного посещения места, вызвавшего вопрос. Так как на несколько изыскательных партии обычно приглашается один геолог, то при вдумчивом отношении к делу геолог нередко ставится в безвыходное положение за невозможностью удовлетворить все предлагаемые ему вопросы; дело несколько бы не поправилось, если бы даже каждая партия непрерывно сопровождалась геологом. Чувствовать все слабые стороны каждой точки своего проекта может только инженер, сознательно на местности прокладывающий свою линию. Это настолько ясно, что в обязательную программу подготовки всех инженеров путей сообщения давно уже введены геологические сведения. Обязательная программа и действительная подготовка — дело, конечно, разное, и геологи профессиональные вырабатываются не школой, а работой в поле, поэтому было бы легкомысленно требовать от инженеров путей сообщения, чтобы они свободно ориентировались среди геологических вопросов, могущих возникнуть при их изысканиях. Тем не менее есть обширный круг геологических и физико-географических вопросов, разрешение которых вполне в пределах обязательных познаний каждого инженера; к этому кругу должны относиться: оценка строительных материалов. оценка прочности грунтов для заложения оснований искусственных сооружений; оценка условий осушения болотистых пространств; определение количества грунтовых вод для устройства водоснабжения; оценка опасной работы проточных вод как в виде горных потоков, так и горных и равнинных речек; разрушительная работа ветра, моря; опасные проявления работы подземных вод и пр. Мно-

жество мелких затруднений, возникающих в сфере хотя бы указанных вопросов, легче всего могут быть разрешены самими инженерами — попутно, при их всестороннем ознакомлении с местностью во время производства изысканий. Для разрешения таких затруднений геолог совершенно не нужен инженеру. Я считал бы совершенно ненормальным упорное отклонение от себя инженерами-строителями всякого вопроса, так или иначе соприкасающегося с вещественным составом и строением тех масс, на которых или около которых инженер собирается строить. Каждый инженер должен уметь сознательно и обоснованно решать многие из таких вопросов, точно так же как геолог должен понимать технические условия сооружений, об устойчивости которых идет дело; только при таких взаимных отношениях инженер-строитель и геолог будут понимать друг друга в случае действительной необходимости в консультации. При такой постановке дела программа работ геолога вдоль линий изысканий значительно суживается, и он может быть действительно полезен инженеру. Инженер не должен недооценивать свои силы и переоценивать силы геолога».

В том же 1911 году один из горячих поборников того же вопроса в Австрии Max Singer писал:

«Значительное различие в точках зрения на геологические работы, их масштаб, цели и методы, у геологов и инженеров заключается в различии объектов их исследования, в связи с преследуемыми каждым основными задачами. Геолог изучает всю землю в целом, привлекая к весьма большому масштабу выводов и обобщений, и интересуется по преимуществу коренными породами и их залеганием, инженер же в громадном большинстве, за исключением лишь больших туннелей, представляющих весьма редкий случай в строительстве, имеет дело лишь с ничтожно тонкой верхней оболочкой земли (до 40—50 м), состоящей преимущественно из рыхлых образований — наносов, осыпей, аллювия, делювия — старых и современных. Именно эти отложения, за редким исключением, даже при систематических исследованиях, пользуются очень небольшим вниманием геологов, часто поэтому не могущих удовлетворить специальные детальные запросы техника. Вместе с тем последний обычно задает их лишь тогда, когда эта земная оболочка начинает ставить ему какие-нибудь досадные препятствия уже при осуществлении его технических работ. Призванный в последний момент геолог обычно помочь уже не может, и возникают взаимные обвинения, нервное комканье работы и поиски виновного в провале дела. По большей части виноваты обе стороны. Геолог должен давать свое заключение лишь после того, как он действительно имел возможность специально изучить данный район, и не должен слишком вдаваться в технические вопросы, дабы не брать на себя ответственности за то, на что он непосредственно влиять не может; лишь в отношении туннелей решающее слово должно быть за ним. На поверхности же все трудности построек, на основе ясного представления геологических условий места, должны разрешаться самим инженером; вместе с тем, однако, данные геологической экспертизы должны быть полностью использованы при самом проектировании, а не только впоследствии для оправдания оказавшихся перерасходов по постройке...»

Наконец еще через 11 лет, и через 40 лет после Вагнера, те же по существу, но уже значительно раскристаллизованные мысли высказывает в своем предисловии J. Stiny, автор руководства, сокращенный перевод которого в значительной степени использован при составлении настоящей работы:

«...Руководства по технической геологии, которое находилось бы в соответствии с современным состоянием прогресса как инженерных знаний, так и геологии, еще нет. Если я взял на себя смелость заполнить этот пробел, то оправданием моим служат многолетние побуждения к тому инженерных кругов, полное пренебрежение технических вопросов нашими учебниками геологии и моя долготелетняя инженерно-геологическая служба в управлении закрепления оврагов, на фронте во время войны и в других местах.

«Что инженеры-строители всех специальностей и лесо-техники не могут теперь обходиться без известного запаса геологических знаний — общепризнано, и намечен уже объем их, необходимый и достаточный, с устранением всего излишнего. В первую очередь для инженера почти совершенно не нужна, столь трудная для усвоения и лишь обыкновенно отпугивающая от геологии, особенно в сжатом изложении, ее историческая, стратиграфическая часть, с запоминанием бесчисленных латинских названий окаменелостей, таблицами геологической хронологии и т. п. С другой стороны, некоторые вопросы деятельности воды, смещения частей земной поверхности и литологические — состава и строения горных пород, излагаются в обычных курсах геологии слишком кратко. Наконец, подробное и громоздкое изложение всех, еще по некоторым вопросам столь разноречивых, взглядов, толкований и гипотез для инженера лишь обременительно и затемняет усвоение основных положений и выводов. Такой характер руководства несомненно не удовлетворит геолога-специалиста, но для него оно и не предназначается».

Данное руководство возникло на основе книги Штини «Technische Geologie», с использованием, однако, в переводе лишь $\frac{1}{4}$ части ее, т. е. не более десяти листов в первом издании и в меньшей еще мере в настоящем. Остальной материал, почерпнутый из многочисленных отдельных специальных работ, приведенных в списке литературы, и собственных наблюдений, распределен неравномерно во всех соответствующих местах руководства и полностью слит с переводным текстом в одно целое. В этом была причина двух авторских фамилий. В тексте, таблицах и рисунках иностранные примеры и данные, по возможности, заменены русскими; количество этих примеров желательнее весьма расширить, для чего автор очень просил доставлять ему соответственный материал, рисунки и критические замечания. По поводу книги Штини был дан отзыв австрийским геологом Амцферером (Verh. der geol. Bundesanstalt. 1922. Wien. Стр. 114), из которого приведем следующую выдержку:

«...если это руководство сможет вытеснить в технических учебных заведениях употреблявшиеся до сих пор курсы, написанные исключительно геологами и непереваримые для техника, вследствие слишком раздутой исторической части, то это можно лишь приветствовать. Списками окаменелостей и стратиграфическими таблицами обыкновенно лишь отпугивают; по этой причине и не

может никак возникнуть плодотворное сотрудничество геологов с техниками».

Книга Штини также однако совершенно не избежала участи перегрузки лишним материалом; достаточно сказать, что историческая ее часть у Штини занимает 142 стр. (из общей суммы 789), а собственно техническая — лишь 77 стр., при 570 стр. общей части, т. е. следовательно техническая часть — лишь 10% всего. В нашей переработке эти соотношения совершенно иные, а именно: вопросам техническим, приложения геологии, уделено приблизительно 65%, против 10% у Штини; кроме того, самый цикл этих вопросов несравненно больше, разностороннее.

Проф. Д. Мушкетов.