

Лехов М.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, лаборатория охраны геологической среды
и взаимосвязи поверхностных и подземных вод, г. Москва, mvlekhov@geol.msu.ru

О ВЫДЕЛЕНИИ ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА В ТОЛЩЕ МОРЕНЫ ВОДОРАЗДЕЛЬНОГО СКЛОНА В ОКРЕСТНОСТИ СВАЛКИ САЛАРЬЕВО

Гидрогеологические вопросы проекта рекультивации свалки

Полигон ТПБО «Саларьево» площадью 59 га организован в 1993 г. на месте свалки, действующей с 1963 г. С 2007 г. прием отходов прекращен. К 2009 г. выполнены перекрытие, устройства по сбору газа, отводу фильтрата и поверхностных вод. Новый проект рекультивации полигона разрабатывается с 2017 г., один из этапов проекта отражен в техническом отчете «Рекультивация полигона ТПБО «Саларьево» по адресу: г. Москва, Новомосковский административный округ, поселение Московский, в районе д. Саларьево» для «МосводоканалНИИпроект» в 2018 г. Следуя традиции борьбы с утечками из водохранилищ, хранилищ жидких и водонасыщенных отходов, по контуру полигона создается противофильтрационная завеса как препятствие поступления загрязнения в грунтовые воды.

Однако на полигон сбрасывалась не жидкость, не пульпа, а завозились в самосвалах твердые бытовые отходы и строительный мусор. Атмосферные осадки не могли накапливаться в таком объеме, чтобы рассматривать массив как неиссякаемый источник питания подземных вод с растеканием на окружающую территорию. Инженерными изысканиями не установлено наличие бугра растекания под свалкой «Саларьево». Глубина до воды составляет весьма заметные величины, до 6 м, изолинии на рис. 1 не показывают подтопление полигона. Течение грунтовых вод, если оно существует, на этом участке следует транзитом, и полигон на гидродинамику не влияет.

В основании полигона залегает мощная толща московской и днепровской морены с озерно-ледниковыми глинами. Грунтовые воды и водоносный горизонт в разрезе толщи изыскатели стали выделять в ходе новейшего хозяйственного освоения территории. Основанием послужило обобщение фактов фиксации вод в линзах флювиогляциальных песков, включая верховодку и спорадически обводненные карманы.

Это спорное обстоятельство – выделение водоносного горизонта в морене – послужило причиной ошибочного усложнения гидрогеологических условий. Ранее в стратификации южной части московского региона Теплостанской возвышенности фигурировал надьюрский водоносный горизонт (под мореной) и спорадически обводненная толща ледниковых образований.



Рис. 1. Изолинии глубин (м) залегания вод в подстилающей свалку морене

Вызывает вопрос сама постановка задачи создать барьер на пути фильтрации из свалки, существующей более 50 лет [5]. Угроза опасного переноса загрязнения может возникнуть при достаточно высоких расходах и скоростях фильтрации, каковых в глинистой толще существовать не может. Но если поток грунтовых вод в глинистой толще существует, тогда, за более чем полвека загрязнение, если оно попало в латеральный поток грунтовых вод, должно было выйти далеко за пределы полигона. Но если это является аргументом для борьбы с влиянием свалки, проект завесы по контуру полигона означает создание барьера позади загрязненного потока. Препятствием она будет лишь для части остаточного инфильтрационного отжима из свалки, который после перекрытия и естественного гравитационного осушения массива практически иссяк.

В проекте рекультивации старых свалок, по мнению автора, в первую очередь имеет значение динамика сокращения загрязнения природных вод с определением регламента, сроков ограничения водопользованием, возможно, с устройством временного перехватывающего дренажа. Отсюда следует, что на создание завесы следует идти лишь при условии доказанного непрекращающегося поступления загрязненного инфильтрата из свалки в подземные воды. Необходимость же перекрытия не вызывает сомнений.

Свалка бытовых отходов и строительного мусора по условиям обводнения кардинально отличается от хранилища жидких отходов. Вода попадает в массив свалки только с атмосферными осадками и в меньшей степени, чем в грунты окружающей территории. И, тем более, это не водохранилище. На полигоны ТБО не завозят водонасыщенный мусор. Свалочные отходы такого типа как в Саларьево имеют рыхлое (по сравнению с естественными грунтами) сложение и заметную проницаемость.

Гравитационный сход воды в подошву и затем к дренирующему контуру происходит быстро (не в течение десятилетий). Повышенная температура массива способствует испарению.

Поэтому принципиально неправильно рассматривать перекрытый свалочный массив как вечный генератор подачи грязного фильтрата в грунтовую толщу.

В связи с истощением источника инфильтрата из свалочного массива область загрязнения грунтовых вод неизбежно сокращается. Этому способствует устранение инфильтрации атмосферных осадков в грунтовые воды по площади полигона после перекрытия. Поток грунтовых вод, который до этого выходил за границы свалки (если он существует) подвергался гидродинамическому рассеиванию, разбавлению. Токсичные компоненты его состава подвергались процессам сорбции, особенно действенной в породах глинистого состава. Высокие коэффициенты распределения наиболее опасных компонентов означают *сокращение на порядки скоростей продвижения загрязнения* по сравнению со скоростью нейтрального мигранта.

Системных гидрогеохимических исследований, съемки на прилегающей территории и в водоемах не проводилось. Определения ЗАО РОСА (<https://salarevopark.club>) не показали превышения опасных компонентов в верховье Сетуни в 900 м от свалки.

Выводы с рекомендациями дорогостоящих противофильтрационных барьеров могут быть сделаны только при условии анализа, показывающего не единичные, а массовые превышения, полученные на удалении по потоку грунтовых вод. Поспешные выводы о превышении компонентов основываются на единичных скважинах, без подтверждения такого превышения даже в непосредственной близости. Еще более поверхностной является характеристика загрязнения подземных вод на основе данных по фильтрату из свалки.

Правомерность выделения надморенного водоносного горизонта

Влияние инфильтрации или прямой фильтрации из свалочного массива происходит в первую очередь на грунтовые воды (как показано ниже, эпигнозные расчеты не показали гидродинамическое влияние в окрестности Саларьево, а загрязнение на удалении от свалки инженерно-геологическими изысканиями не выявлено). Поэтому следует выяснить, какие воды рассматривать в качестве грунтовых [7]. *Следуя каноническому определению, грунтовые воды: приурочены к первому от поверхности водоносному горизонту проницаемых горных пород, подстилаются регионально выдержанным водоупором. Образуют выдержанный по площади гидравлически единый латеральный поток с единой свободной поверхностью и заметным расходом. Имеют питание за счет инфильтрации атмосферных осадков. Как правило, разгрузка происходит в речную сеть. Потери расхода*

могут возникать по площади за счет перетекания в нижележащий горизонт, частичной разгрузки на подтопленных участках земли.

С начала проектных работ концепция защиты исходила из наличия водоносного горизонта, приуроченного к верхней части толщи морены. По данным бурения был «назначен» водоносный горизонт, названный вслед за составителями атласа Москвы, а затем и Новой Москвы «надморенным». Убежденность в обязательном загрязнении горизонта не вызывала сомнений. Поэтому, видимо, и не были поставлены гидрогеологические и гидрогеохимические исследования на прилегающей территории. Инженерно-геологические изыскания ограничивались бурением в непосредственной близости от полигона.

Воды, вскрытые скважинами, однако не являются грунтовыми. Они вскрыты на глубинах от 4 до 12 м в процессе проходки суглинков морены и озерно-ледниковых глин. То есть, воды, приуроченные к песчаным линзам, карманам, локальным прослоям, экранированы от поверхности пачкой глин мощностью в несколько метров.

Для того чтобы производить расчеты, балансовые, гидродинамические или миграционные, необходимо иметь уверенное представление об условиях залегания фильтрационного потока – знать положение свободной поверхности и, главное, – иметь карту стратоизогипс водоупора. Латеральное течение грунтовых вод с сохранением по пути фильтрации основной части расхода потока возможно при резком отличии проницаемости пород водоносного горизонта и пород подстилающего водоупора. То есть, когда латеральный расход подпитывается инфильтрацией по площади и превышает фильтрационные потери на перетекание вниз по площади. В противном случае невозможно даже обоснованно представить балансовую структуру потока, не говоря о геофильтрационных параметрах – проводимости, коэффициентах фильтрации, инфильтрационном питании и перетекания.

Формально инженерно-геологическими изысканиями в составе проектов строительства на территории водораздельных пространств рек Ликовы, Сосенки и Сетуни выделены:

- воды техногенных и покровных образований, имеющие характер разрозненной верховодки;
- верхний водоносный горизонт ледниковых отложений (фигурирующий под названием «надморенный»), воды приурочены к разуплотненным суглинкам, флювиогляциальным линзам, разобщенным, гидравлически не связанным между собой, их не представляется возможным объединить в непрерывный слой (горизонт);
- разделяющий горизонт тех же ледниковых отложений – моренных суглинков и озерно-ледниковых глин, что уже вызывает вопросы, так как граница между водоносной частью разреза, названной водоносным горизонтом,

и водоупорной не может быть определена, разве что только по принадлежности к разным стадиям оледенения – московской и днепровской;

- надъюрский водоносный горизонт, объединяющий пески мелового возраста и днепровскую флювиогляциаль, залегающую линзами, под толщей морены.

Описания горизонтов в избытке содержатся в изыскательских отчетах под проект разных стадий.

Одна из главных задач состоит в критической оценке правомерности расчленения гидрогеологического разреза, и возврата к общепринятой стратификации для региона, которая была принята при составлении гидрогеологической карты 1:200 000 1969 г. На ней водоносный горизонт ледниковых отложений отсутствует.

По мнению автора, на рассматриваемой территории развит один водоносный горизонт – надъюрский. Горизонт приурочен преимущественно к меловым K_1 пескам (с доднепровскими флювиогляциальными песками $fglQ_{II}$ в кровле). Подстилающим водоупором являются юрские глины. Толща морены перекрывает надъюрский горизонт сверху (рис. 2).

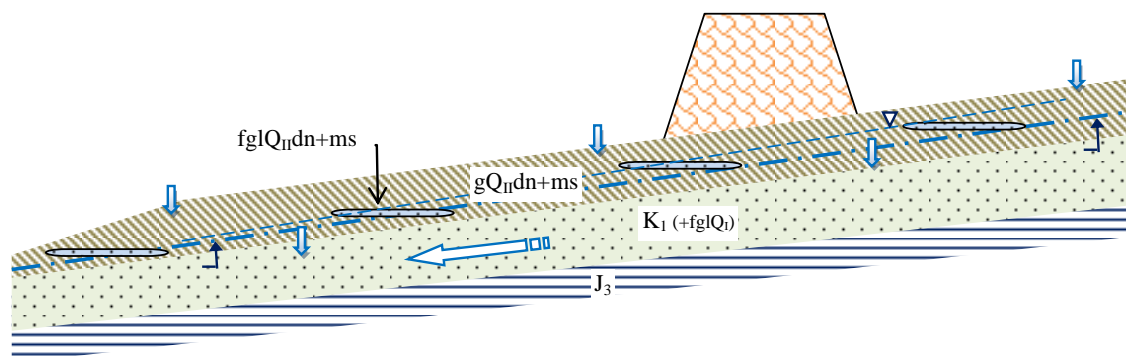


Рис. 2. Схема залегания надъюрского K_1+fglQ_{II} водоносного горизонта, перекрытого толщей спорадического обводнения морены gQ_{II} :

- пьезометрическая (штрих-пунктир) и свободная (пунктир) поверхности указывают на субнапорный тип горизонта;
- различие в положении пьезометрической и свободной поверхности обусловлено соотношением инфильтрационного питания и перетекания через морену

Морену вместе с глинистыми озерно-ледниковыми образованиями и флювиогляциальными линзами и прослоями следует *рассматривать как толщу спорадического обводнения*. В ней залегают обводненные локальные прослой и линзы, имеющие безнапорный характер. Напоры же при вскрытии линз объясняются не напорным их характером, а пренебрежением регламентом гидрогеологических наблюдений при бурении скважин.

Для подтверждения мнения автора рассмотрен поток в предпосылке латерального течения в морене, от линзы к линзе, с тем чтобы оценить,

насколько оно возможно. Результаты планового и профильного моделирования показали следующее.

- Значительные градиенты напоров, наклонное залегание на склоне определяет то обстоятельство, что латеральный фильтрационный поток в морене может существовать лишь при крайне низких значениях проницаемости горизонта в сотые, максимум десятые доли м/сут.

- Удельные расходы «ложного» потока в морене измеряются величинами порядка 0,01 м³/сут на 1 м фронта, при этом перетекание через ту же морену вниз, в меловой горизонт превышает расход потока не менее, чем в полтора раза. То есть, суммарный расход потока по всему фронту полигона составляет 0,5 м³/ч или менее 10 л/мин. Для убедительности, – через водопроводный кран в квартире уходит больший расход, чем в мнимом потоке в морене через всю площадь полигона.

Отсюда возникает вопрос о серьезности рассмотрения транзита массы в слабопроницаемых породах.

Таким образом, на водораздельном склоне междуречного Сосенка-Ликова-Сетунь массива ледниковых отложений ничтожный расход латерального течения перехватывается, «съедается» перетеканием вниз, выклинивается – полностью исчезает на удалении полукилометра на запад от свалки. По-видимому, называть такие воды грунтовыми нельзя, так же как нельзя назвать глинистую толщу морены водоносным горизонтом в классическом понимании этого определения.

Согласно классификации В.С. Ильина [1], территория Московского региона – это третья зона «грунтовые воды овражного типа центральных губерний» или зона неглубоких оврагов. О.К. Ланге придерживается зонального подхода В.С. Ильина, характеризуя территорию наличием морены – плотной слежавшейся *водоупорной* глины, покрытой сверху элювием.

Описание, данное О.К. Ланге [2], полностью соответствует условиям рассматриваемой территории:

«Обыкновенно в толще морены песчаные линзы представляют собой водоносные участки... Никакой закономерности в их распределении нет... это случайные линзы». О.К. Ланге дает определение, которое должно было учитываться изыскателями и составителями современных карт. *«Они (воды в морене) сохраняются в категории “грунтовые воды” с оговоркой их особого характера».*

Цитаты приведены в подтверждение того, что объединение обводненных линз в водоносный горизонт представляется неверным не только автору. Более того, некорректно построение карты гидроизогипс на основе механической интерполяции уровней воды, вскрытых на различных глубинах и в разобщенных линзах. Распределение напоров повторяет пластику рельефа водораздельного склона, снижаясь вместе с ним, но это не дает оснований утверждать, что они характеризуют гидродинамическую картину фильтрационного потока. Интерполяция значений дает некоторую поверхность,

понижающуюся от водораздела на востоке к придолинной зоне Сетуни на западе.

Но уровни воды, используемые для построения, имеют большой разброс значений, объяснить который можно лишь согласившись с незакономерным характером приуроченности к некоторому несуществующему, но в последних работах упорно выделяемому водоносному горизонту, названному ошибочно «надморенным» (даже иногда с выделением еще и «межморенного»).

Снижение уровней воды по падению склона обусловлено и тем, что глинистая толща представляет собой перекрывающий слой для надъюрского водоносного горизонта, пьезометрическая поверхность которого закономерно понижается в этом же направлении, северо-западном. И справедливо, что поверхность уровней воды в морене выше, чем пьезометрическая поверхность. Сверху происходит инфильтрационное питание, обеспечивая возобновление воды в линзах, расходуемой, главным образом, на перетекание вниз и незначительно на латеральный водообмен между линзами и прослоями (рис. 3).

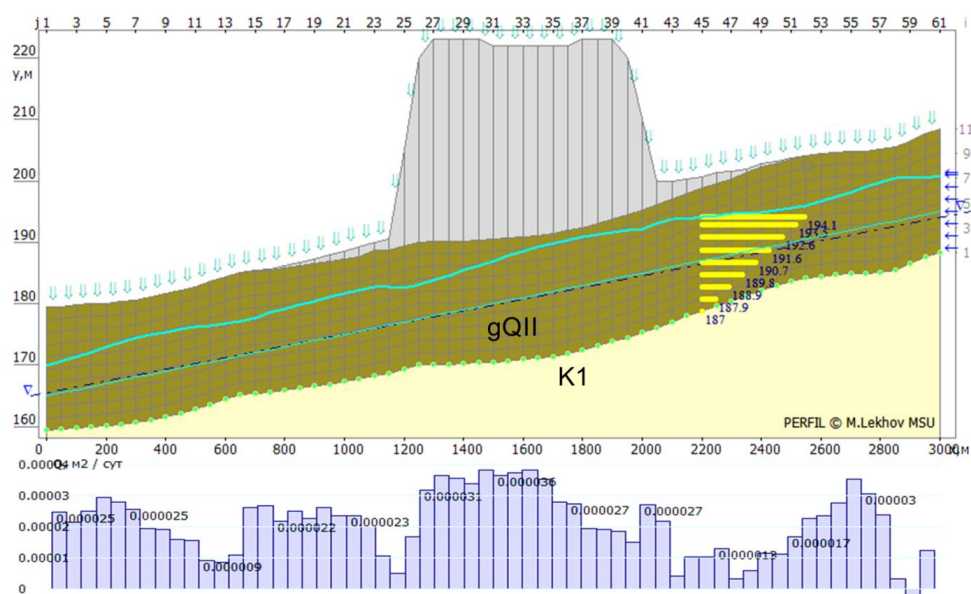


Рис. 3. Поверхность (жирная линия) вод в морене gQII и пьезометрическая поверхность надъюрского горизонта K₁ (тонкая, штрих-пунктирная линия) по результатам моделирования. Эюра падения напоров с глубиной указывает на вертикальное течение (перетекание). Диаграмма в нижней части – изменение удельного расхода «потока» в морене. Порядок скорости по потоку 10⁻⁶ м/сут, перетекания и инфильтрации – 10⁻⁴ м/сут

Связь между линзами крайне затруднена, так как вмещающая их глинистая морена имеет крайне низкую проницаемость. Это – не единая в гидравлическом отношении система. Ничтожное по расходу латеральное течение в толще морены существует, но его расходы гораздо меньше, чем вертикальное перетекание через морену вниз, которое обеспечивает питание потока в меловых песках.

Практические замечания

Глинистая толща ледниковых отложений верхней части разреза мощностью до 20 м является надежным естественным препятствием проникновению загрязнения в подземные воды надъюрского горизонта и водоемы. Фильтрация в глинистой морене с проницаемостью менее 10^{-2} – 10^{-3} м/сут незначительна [6]. Повышенные значения в линзах и ограниченных несвязанных между собой песчаных прослоях проводимость не увеличивают. Перетекание через морену превышает и «съедает» латеральный расход в морене. В нижнем горизонте расход перетекания разбавляется минимум в 10 раз и его загрязнение произойти не может.

Скудный поток в толще морены имеет ограниченное распространение, выклинивается на удалении первых километров. Поток не разгружается в реки, не подтапливает почвенный слой, не используется для водоснабжения.

Расчеты миграции токсичных компонентов, тяжелых металлов в грунтовой толще не могут игнорировать факт чрезвычайно интенсивной сорбции дисперсными глинистыми породами [3]. Коэффициенты распределения в них составляют сотни, а в среде с повышенным рН (по данным ООО «НОЭКС» рН = 7,6–7,8) – тысячи л/кг. Это означает, что загрязнение, попавшее в грунтовые воды из-под свалки, в обозримые столетия не может распространиться по площади и попасть в нижний, надъюрский горизонт путем перетекания. В большей степени, чем сорбция деградация загрязнения происходит под влиянием атмосферного питания и регионального стока в надъюрском горизонте, который разбавляет расход перетекания в десятки раз.

В заключение следует заметить, что необоснованное, механическое усложнение гидрогеологических условий с представлением локального спорадического обводнения морены в виде водоносного горизонта влечет за собой серьезные финансовые затраты и тормозит строительство. В меньшей степени – это бессмысленное прогнозное моделирование изменения залегания грунтовых вод. Если оно и было в начале свалки, режим фильтрации давно, в первые годы (то есть 40 лет назад) стабилизировался. После закрытия свалки и перекрытия прогноз загрязнения не имеет смысла, происходит его деградация и реабилитация территории. Кроме того, прогнозный расчет опирается на фильтрационные параметры, напоры и баланс, данные по которым получить могут только специальные гидрогеологические исследования, не предусмотренные сложившейся практикой. Затраты на прогнозные работы увеличиваются многократной экспертизой, сопровождающейся возвратом на повторное исполнение. Основание – как правило, необоснованное гидрогеологическое обоснование моделей по параметрам, напорам, граничным условиям, балансу (что справедливо). Найти выход из ситуации «замкнутого круга» невозможно без компромисса. За неграмотные инженерно-геологические изыскания, в конечном счете, расплачивается общество.

Но несоизмеримо большими затратами оборачивается неосмотрительное принятие проектных решений по лишенным смысла дорогостоящим мероприятиям.

Замечания не означают, что гидрогеологические исследования не следует проводить. Примеры с рекультивацией старых свалок еще раз говорят о необходимости придания гидрогеологии строительства статуса специального, отдельного вида изысканий, отдельно от инженерно-геологических, после их завершения [4]. От результатов гидрогеологического анализа может принципиально зависеть проектное решение, состав инженерных изысканий, строительство и мнение общественности.

Список литературы

1. Ильин В.С. Грунтовые воды. М.: БСЭ, 1930. Т. 19. 704 с.
2. Ланге О.К. Подземные воды СССР. Ч. 1. Подземные воды Европейской части СССР. М.: Изд-во Московского университета, 1959. 271 с.
3. Лехов А.В. Физико-химическая гидрогеодинамика. М.: КДУ, 2010. 499 с.
4. Лехов М.В. Гидрогеологические изыскания и моделирование в городском строительстве: критические комментарии // Инженерные изыскания. 2013. № 1. С. 24–29.
5. Лехов М.В. О соответствии проектных решений по рекультивации свалок гидрогеологическим условиям // Материалы Общероссийской научно-практической конференции «Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование». М.: ООО «Геомаркетинг», 2018. С. 89–95.
6. Лехов М.В. Противофильтрационная завеса. Прогноз изменения гидрогеологических условий методом математического моделирования в связи с устройством противофильтрационной завесы. Рекультивация полигона ТБО «Саларьево». М.: МосводоканалНИИпроект, 2019.
7. Принципы гидрогеологической стратификации. М.: ВСЕГИНГЕО, 1982. 107 с.

ООО «Геомаркетинг»

**ООО «Институт геотехники и инженерных изысканий
в строительстве»**

Ассоциация «Инженерные изыскания в строительстве»

Союз изыскателей

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ
ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МАТЕРИАЛЫ XV ОБЩЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

26 – 29 ноября 2019 г.

**МОСКВА
2019**

Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации.

Материалы Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций.

М.: ООО «Геомаркетинг». 2019. – 680 с.

26–29 ноября 2019 года в отеле «Holiday Inn» (г. Москва) редакцией журнала «Инженерные изыскания» совместно с ООО «Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве» (ООО «ИГИИС»), Ассоциацией «Инженерные изыскания в строительстве» («АИИС») и Союзом изыскателей была проведена Пятнадцатая Общероссийская научно-практическая конференция **«Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации».**

В конференции приняли участие 562 представителя из 183 проектно-изыскательских организаций, научно-исследовательских институтов, крупнейших производственных организаций и вузов из 50 городов РФ, Белоруссии, Латвии: Александров, Видное, Владимир, Воронеж, Дедовск, Дзержинск, Екатеринбург, Ижевск, Иркутск, Йошкар-Ола, Казань, Калининград, Калуга, Кемерово, Киржач, Кировск, Краснодар, Красноярск, Магадан, Москва, Мурманск, Нальчик, Новокузнецк, Новосибирск, Новый Уренгой, Норильск, Пенза, Пермь, Петропавловск-Камчатский, Пятигорск, Ростов-на-Дону, Самара, Санкт-Петербург, Саратов, Симферополь, Смоленск, Ставрополь, Сургут, Томск, Темрюк, Тюмень, Уфа, Хабаровск, Ханты-Мансийск, Чебоксары, Южно-Сахалинск, Якутск, Ярославль, Минск, Рига. Заслушан 161 доклад.

В материалах Пятнадцатой Общероссийской научно-практической конференции **«Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации»** представлены публикации по различным аспектам инженерных изысканий и проектированию.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, экологии, для студентов и аспирантов профильных вузов.