

ГЕОЛОГІЯ

УДК 69:628.543

**И.Б. Абрамов, д.техн.н., профессор,*

***Ф.В. Чомко, к.геол.н., доцент,*

****А.И. Кошуба, вед. инженер,*

*****Д.Ф. Чомко, доцент,*

**О.Д. Куденко, гл. специалист,*

**О.В. Козлова, гл. специалист,*

**ГП «УкрНИИИТИЗ»,*

***Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,*

****Харьковский строительный университет,*

*****Киевский национальный университет имени Т. Шевченко*

ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ХАРЬКОВА)

Детально изучено геологическое строение зоны активного водообмена территории г. Харькова. Выделено три типа геофильтрационных условий и дана их детальная характеристика. Приведены типовые геологические разрезы каждой зоны и построена карта геофильтрационного районирования территории города. Это позволит разработать мероприятия по защите территории от подтопления и подземных вод от загрязнения.

Ключевые слова: Геологическое строение, зона активного водообмена, геофильтрационные условия, геофильтрационное районирование.

І.Б. Абрамов, Ф.В. Чомко, О.І. Кошуба, Д.Ф. Чомко, О.Д. Куденко, О.В. Козлова. ЗНАЧЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ЗОНИ АКТИВНОГО ВОДООБМІНУ ПРИ ЕКОЛОГІЧНІЙ ОЦІНКІ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВТРАТ НА ПІДЗЕМНІ ВОДИ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКОВА). Детально вивчено геологічну будову зони активного водообміну території м. Харків. Виділено три типи геофільтраційних умов і дана їх детальна характеристика. Наведені типові геологічні розрізи кожної зони і побудована карта геофільтраційного районування території міста. Це дозволить розробити заходи по захисту території від підтоплення і підземних вод від забруднення.

Ключові слова: Геологічна будова, зона активного водообміну, геофільтраційні умови, геофільтраційне районування.

I. Abramov, F. Chomko, A. Kochuba, D. Chomko, O. Kudenko, O. Kozlova. THE IMPORTANCE OF GEOLOGICAL STRUCTURE ZONE ACTIVE WATER EXCHANGE TO ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT TECHNOGENIC SEEPAGE LOSSES GROUNDWATER URBAN AREAS (FOR EXAMPLE KHARKOV). Detail the geological structure of the zone of active water exchange territory of Kharkiv. Allocation but three types of geofiltration conditions and given them a detailed description. Presents typical geological sections of each zone and built geofiltration zoning map of the city. This will develop measures to protect the area from flooding and groundwater from contamination.

Keywords: geological structure, a zone of active water exchange, geofiltration conditions geofiltration zoning.

Постановка проблемы.

В больших городах в результате интенсивного развития промышленности и жилищного строительства резко возрастает потребление воды и, соответственно, возрастают техногенные утечки в подземное пространство. К концу XX века общее водопотребление в Украине составило $32850 \cdot 10^6$ м³/год. Как показывают отдельные исследования, современные техногенные утечки из водонесущих коммуникаций составляют от

1 до 10 %, а в отдельных случаях и более. Например, из-за изношенности водопроводных труб в г. Одессе теряется 30-32% поступающей в водопровод воды и примерно 15-17% величины водозабора приходится на утечки из канализации [13].

Если принять существующие на сегодняшний день техногенные потери воды из водонесущих коммуникаций на уровне 1-35%, а из канализационных сетей – 10-50 %,

то общий объем техногенных утечек составит не менее 3,61 км³ или 3,6 млрд. м³/год.

Необходимо отметить, что по данным [20, 22] современный суммарный объем хозяйственно-питьевого водопотребления в Украине составляет около 4,5 млрд. м³, из которых две трети объема обеспечиваются службами коммунального водоснабжения, а остальная часть – из водопроводов других ведомств. При этом около 30% (1,3 млрд. м³) расходуется безвозвратно. Исходя из прогнозных оценок роста численности городского населения, объем на хозяйственно-питьевое водоснабжение в 2010 г. достигнет приблизительно 5,7 млрд. м³, а безвозвратные потери увеличатся до 1,4-1,5 млрд. м³.

Безусловно, это нарушает устойчивость гидрогеологических систем и экологическую безопасность городских территорий. В тоже время поступление в подземное пространство больших масс техногенных фильтрационных потерь вызвало нарушение природного водного баланса и обусловило подъем уровня грунтовых вод на территориях городов и других населенных пунктов. Это привело с одной стороны к тому, что уже на 2000 г по данным МЧС было подтоплено 23,7 тыс. км² или около 4% всех площадей городов Украины, а с другой – к техногенному загрязнению подземных вод. Таким образом, общее состояние экологической безопасности, вследствие создания новых условий формирования подземных вод на территориях городов усложнилось и стало угрозой нормальному функционированию существующих зданий и сооружений, а также угрозой нормальным условиям проживания населения.

Указанные обстоятельства послужили основанием для рассмотрения экологического значения геологического строения зоны активного водообмена при оценке техногенных воздействий на подземные воды городских территорий и дифференцирования этих территорий по зонам развития экологически опасных процессов и явлений.

Анализ публикаций и определение не решенных проблем.

Основы общей концепции техногенного воздействия на подземную гидросферу застраиваемых территорий и способы борьбы с подтоплением были изложены в середине прошлого века в работах С.К. Абрамо-

ва [2, 3, 10] и Дзекцера Е.С. [9, 10, 14, 15, 16]. Принципы классификации застроенных территорий городов и промышленных узлов по степени их потенциальной подтопленности рассмотрены в работе О.В. Слинько [21].

На примере развития процессов подтопления они показали подверженность геологической и гидрогеологической среды промышленно-городских агломераций (ПГА) изменениям, нарушающих их устойчивость. Начиная с этого времени, в связи с интенсивным освоением территорий промышленной и городской застройкой, расширяются масштабы и география проявления негативных экологических процессов и явлений, а также объем наносимого ущерба. Вследствие этого возникает острая потребность в изучении изменений, которые происходят на территориях ПГА, для разработки охранных и защитных мероприятий, с максимальным учетом разнообразия природных и техногенных факторов.

Исследования факторов и механизмов формирования изменчивости подземной гидросферы, характера техногенных воздействий и их последствий осуществлялось по трем основным направлениям: выполнение научно-теоретических разработок, исследование общих региональных закономерностей и решение прикладных задач.

Становление и современное развитие этих направлений и их экологических аспектов связано с работами Е.М. Сергеева, Б.Л. Личкова, И.В. Сидоренко, О.П. Яншина, О.А. Алекина, Н.И. Толстихина, И.К. Зайцев, В.С. Самариной, Ф.М. Бочевера, М.М. Биндемана, С.В. Альбова, М.И. Врублевского, Г.Н. Каменского, А.М. Овчинникова, К.И. Макова, И.С. Жернова, Ф.А. Руденко, И.А. Скабаллановича, Л.С. Язвина и др.

Большой вклад в разработку оценки основных параметров геологической и гидрогеологической среды и эколого-геологических критериев природно-техногенных систем, включая и промышленно-городские агломерации, внесли В.М. Шестопалов, В.Т. Трофимов, О.Е. Бабинц, Е.П. Емельянова, Г.К. Бондарик, М.И. Дробноход, В.И. Лялько, Н.С. Огняник, Р.А. Смирнов, А.Б. Ситников, Г. И. Рудько, Е.А.

Яковлев, А.В. Лущик, Б.М. Дегтярев и многие другие [1-26].

Развитию представлений о геолого-гидрогеологической среде и экологической безопасности ПГА способствовали работы М.Г. Демчишина, И.К. Решетова, А.К. Кузина, Ф.В. Чомко, Д.Ф. Чомко, С.Г. Жука, К.А. Немца, И.Б. Абрамова, Н.А. Краснопольского, М.А. Шинкаревского, В.В. Литвака, В.М. Раца, Е.П. Котелевца, Н.И. Швырло. На территории г. Харькова этим занимались В.Д. Бабенко, Ю.С. Солодовников, Г.В. Карагодин, Г.Ф. Машошин, И.Б. Абрамов, И.К. Решетов, Ф.В. Чомко, Д.Ф. Чомко и др. [5, 6, 7, 8, 11, 12]. Проблемы природно-техногенной безопасности в Украине наиболее полно освещены Н. М. Биченоком, О.М. Трофимчуком, Е.А. Яковлевым, а также В.А. Боковым, А.В. Лущиком, В.Т. Трофимовым и другими [17, 18, 19, 23, 24, 25, 26].

На основании этих и других научно-теоретических разработок были разработаны основные принципы, методология и методика исследования техногенного воздействия и формирования гидрогеологической обстановки в техногенных нарушенных условиях.

В связи с широкомасштабной застройкой городских территорий начиная с 60–70-х годов проблема охраны, рационального использования и инженерной защиты подземной гидросферы приобрела общегосударственное значение. Масштабы техногенного воздействия на подземные воды в современных условиях являются очень значительными. Особенно остро стали экологические вопросы предотвращения подтопления городов и загрязнения водоносных горизонтов на их территории. Для решения этих прикладных задач были выполнены многочисленные исследования как в области изучения развития опасных инженерно-геологических процессов и явлений, так и методов борьбы с ними. Значительная роль отводилась водобалансовым исследованиям, изучению режима уровня грунтовых вод, химического состава техногенноизмененных подземных вод и их агрессивных свойств.

В тоже время вопросы геофильтрационной типизации территорий ПГА и их ра-

йонирование по признакам геофильтрационного строения зоны активного водообмена и особенностей развития экологически опасных процессов предыдущими исследованиями полностью не решены и требуют дальнейшего своего совершенствования.

Цель исследований.

Согласно исследованиям [1, 4, 25, 26] в современных условиях большие, крупные и крупнейшие города выступают как крупные промышленно-городские агломерации с чрезвычайно сложным природно-техногенным организмом. Масштабы влияния объектов техногенной деятельности в них распространяются на многие десятки километров в сторону, а влияние на глубину, с учетом строительства и эксплуатации водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, достигает десятки и сотни метров. Например, в г. Харькове масштаб техногенной деятельности в глубину составляет 500–700 м метров и более. Из-за загрязнения подземных вод верхнемелового водоносного горизонта, залегающего на глубине 50–150 м, его запасы в объеме 50 тыс. м³/сут не могут быть использованы для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Вся толща обводненных пород, в пределах которой осуществляется техногенная деятельность и которая испытывает влияние этой деятельности, и составляет подземную гидросферу такой промышленно-городской агломерации. Однако активные техногенные воздействия на подземную гидросферу этих агломераций протекают, в основном, в ее верхней части, мощность которой обуславливается физико-географическими, геолого-структурными, орографическими, геоморфологическими условиями и целым рядом других природных и техногенных факторов.

В связи с этим для строительства в городах необходимо рассматривать прежде всего зону активного водообмена, в пределах которой под влиянием техногенного воздействия наиболее активно могут протекать изменения гидродинамического и гидрохимического режимов подземной гидросферы. При этом под зоной активного водообмена понимается [1, 4] верхняя гидродинамическая зона, заключенная между дневной поверхностью земли и горизонтом первого выдержанного слоя водоупорных пород

(подошвы водоносного горизонта), до которого достригают или могут достигать инфильтрационные воды: атмосферные осадки и воды техногенных утечек. Таким образом, по нашему мнению, зона активного водообмена схематически может быть представлена как трехъярусная структура, в которой первым ярусом являются породы зоны аэрации, где происходит нисходящая инфильтрация при неполном водонасыщении, вторым – горизонт или комплекс грунтовых вод и третьим – подстилающие породы первого выдержанного водоупора.

Как известно, в пределах зоны активного водообмена, нередко, выделяются один или несколько горизонтов пород с низкими фильтрационными характеристиками, которые могут представлять местные водоупоры. Сток подземных вод, залегающих на местных водоупорах, как правило, направлен в сторону местной гидрографической сети, представляющей местный базис эрозии. Здесь подземный сток может иметь скрытую разгрузку или выклиниваться в виде нисходящих или восходящих родников.

Особую регулирующую роль в техногенном инфильтрационном питании грунтовых вод играет зона аэрации, через которую осуществляется транзит влаги между поверхностью земли и грунтовым водоносным горизонтом. От мощности зоны аэрации и литологического состава слагающих ее грунтов во многом зависят характер и амплитуда колебаний уровней грунтовых вод, интенсивность их подъема. Литологический состав грунтов, как правило, определяет их проницаемость и анизотропию, водоудерживающую способность и водоотдачу. Существенную роль играет также величина влажности, полная влагоемкость, величина активной пористости пород зоны аэрации и величина капиллярного подъема. При этом немало важную роль играет не только литологический состав грунтов зоны аэрации, но и степень их однородности, так как наличие плохо проницаемых прослоев и других неоднородностей нередко приводит к образованию верховодок. Зона аэрации может быть представлена как рыхлыми пористыми, так и твердыми трещиноватыми скальными породами.

Горизонт грунтовых вод может быть природного, техногенного и природно-техногенного происхождения, иметь различные источники питания, мощность, гидродинамический и гидрохимический режим, агрессивные свойства и т.д.

Водоупор, как правило, представлен слабо фильтрующими глинистыми или относительно монолитными твердыми (скальными) породами. При этом мощность водоупорных пород, их литологические и фильтрационные характеристики определяют степень естественной защищенности ниже-лежащего водоносного горизонта.

Нижележащий водоносный горизонт может быть напорным или безнапорным, что, в зависимости от характера водоупора, будет влиять на особенности перетекания вод вышележащего грунтового водоносного горизонта.

Эти разнообразные особенности геологического строения и гидрогеологических условий застраиваемых территорий, а также их проявление в развитии экологически опасных процессов подтопления и загрязнения подземных вод, в целом, можно представить в виде основных типов схем геофильтрационного строения зоны активного водообмена.

Основные результаты.

На примере г. Харькова рассмотрим особенности схематизации геофильтрационного строения зоны активного водообмена на территории городов приуроченных к области развития эолово-делювиальных грунтов и аллювиальных отложений речных террас.

Город Харьков – промышленно-городская агломерация площадью 306 км² и с населением около 1,46 млн. чел.

Максимальная глубина инженерного освоения подземного пространства в городе составляет 600–700 м. В этом интервале устанавливаются фильтры водозаборных скважин. Выше, на глубинах 100–140 м, в плотных разностях мергельно-меловой толщии маастрихт-кампанского веков осуществляется перспективное строительство коллекторов глубокого заложения коммунального назначения. Следующий этаж освоения представляют породы того же возраста, но

приуроченные к зоне интенсивной трещиноватости мергельно-мелового водоносного горизонта. Интервал залегания составляет 40–100 м. На этом уровне оборудованы водозаборные скважины, большинство из которых ранее использовались для централизованного водоснабжения. С четвертичными, плиоценовыми и палеогеновыми породами, залегающими на глубине 10–40 м, связано строительство и эксплуатация транспортных коммуникаций (туннелей метрополитена и подземного хозяйства его обслуживания, хозяйственно-фекальных канализационных коллекторов, насосных станций и т. д.). В четвертичных отложениях на глубине от 0 до 10 м располагаются сети водопровода, канализации, теплоснабжения, а также фундаменты зданий и сооружений.

В целом в толще инженерного освоения городской территории развиты эолово-делювиальные и аллювиальные рыхлые и коренные мергельно-меловые породы.

Первым от дневной поверхности относительно распространенным водоупором являются неогеновые красно-бурые и зелено-серые глины, которые залегают в основании эолово-делювиальных лессовидных суглинков. Распространение горизонта этих глин приурочено исключительно к высоким отметкам рельефа, выше 150 м и их глубина залегания обуславливает мощность зоны активного водообмена.

Вторым, практически повсеместно распространенным водоупором, являются синие-зеленые нижнекиевские глины, глубина залегания которых определяет мощность зоны активного водообмена на территориях, где отсутствуют неогеновые красно-бурые и зелено-серые глины. В долинах рек Лопань, Харьков, Уды, протекающих через г. Харьков, где эти водоупорные горизонты размывы, мощность зоны активного водообмена определяется глубиной трещиноватой зоны мергельно-меловых пород (50–70 м).

Наши исследования, проведенные в г. Харькове, показали, что исходя из геоморфологических и гидрогеологических условий территории, рельефа местности и геологического строения, могут быть выделены следующие пять основных типов геофиль-

рационных схем (рис. 1–5). Их характеристика приведена в таблице 1.

Первый тип геофильтрационных условий выделяется на участках водоразделов и их склонов (рис. 1, 2), где лессовидные суглинки залегают на плиоцен-нижнечетвертичных глинах. Из-за низких коэффициентов фильтрации грунтов (0,01–0,001 м/сут) водообмен здесь затруднен и при малом перетоке воды через глины формируются экологически опасные процессы подтопления. В тоже время водоупорные плиоцен-нижнечетвертичные глины являются экологическим барьером, препятствующим проникновению вышележащих техногенно-загрязненных вод в нижележащие водоносные горизонты. Геофильтрационная схема может быть представлена как однослойная с наличием зон развития опесчаненных глин (подзона Ia), и водоупорных глин (подзона Ib).

Участки территории г. Харькова, относящиеся к геофильтрационной схеме I-го типа, приурочены к наиболее высоким отметкам водоразделов между реками Харьков и Лопань, Лопань и Уды, Уды и Мерефа, где охватывают плато и наиболее древние плиоценовые террасы: иванковско-салгирскую и богдановско-сиверскую.

По режиму фильтрации, обусловленному геологическим строением территории, в пределах геофильтрационной схемы I-го типа выделяются два подтипа (табл. 2):

- *подтип Ia* занимает территорию плато и иванковско-салгирскую террасу (N_{1pt} и $aN_1^{1-2}iv-sg$);

- *подтип Ib* занимает территорию богдановско-сиверской террасы ($aN_2^{2-3}bd-sv$).

Второй тип геофильтрационных условий выделяется на склоне долин рек и преимущественно представляет однослойную геофильтрационную схему. По литологическому характеру грунтов, положению первого от поверхности водоупора и режиму фильтрации этот тип разделяется на три подзоны (рис. 3–5). По режиму фильтрации в пределах геофильтрационной схемы II-го типа выделяются три подтипа (табл. 2):

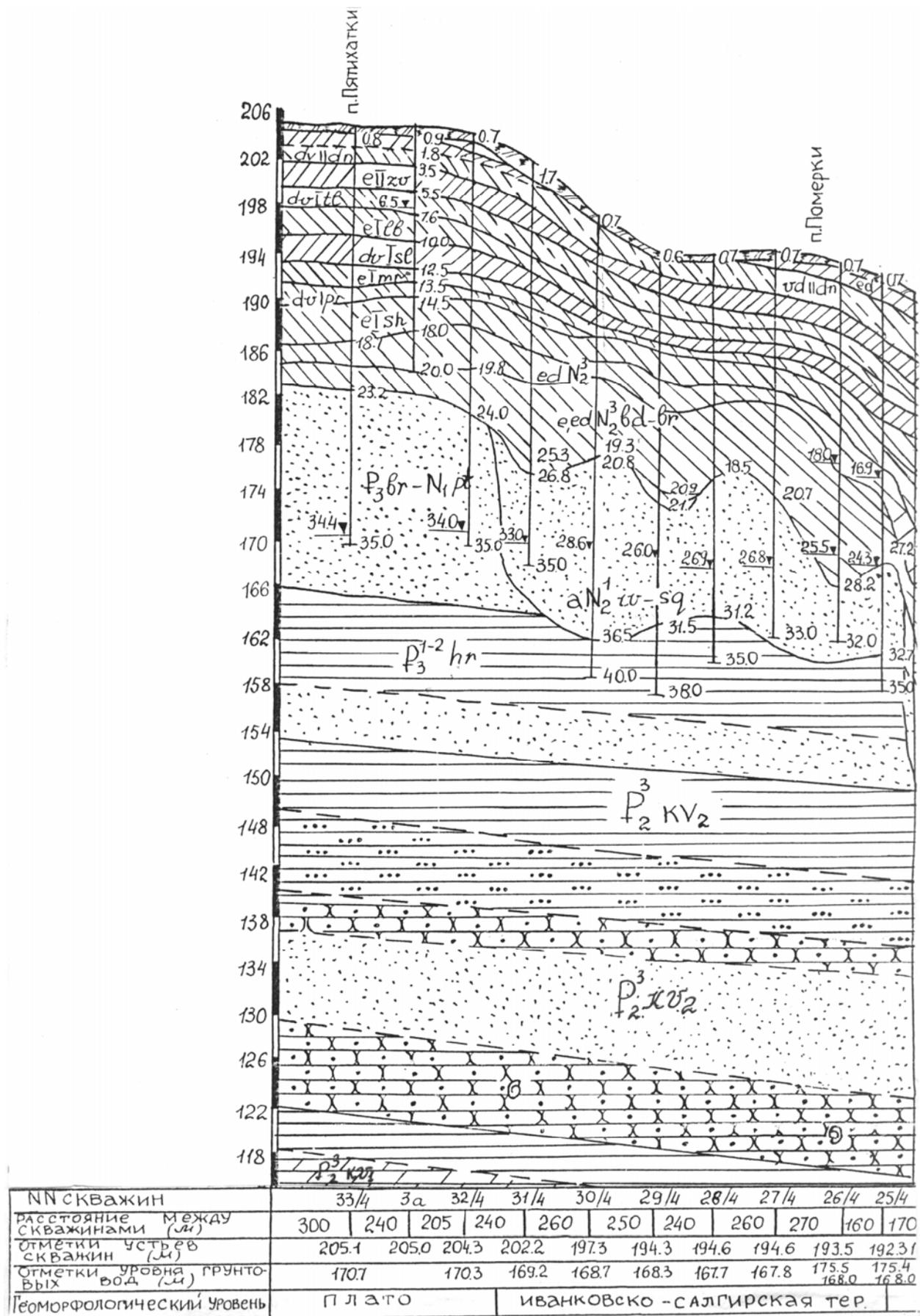


Рис. 1. Геофильтрационная схема зоны активного водообмена. Тип I, подтип Ia (условные обозначения см. на рис. 5)

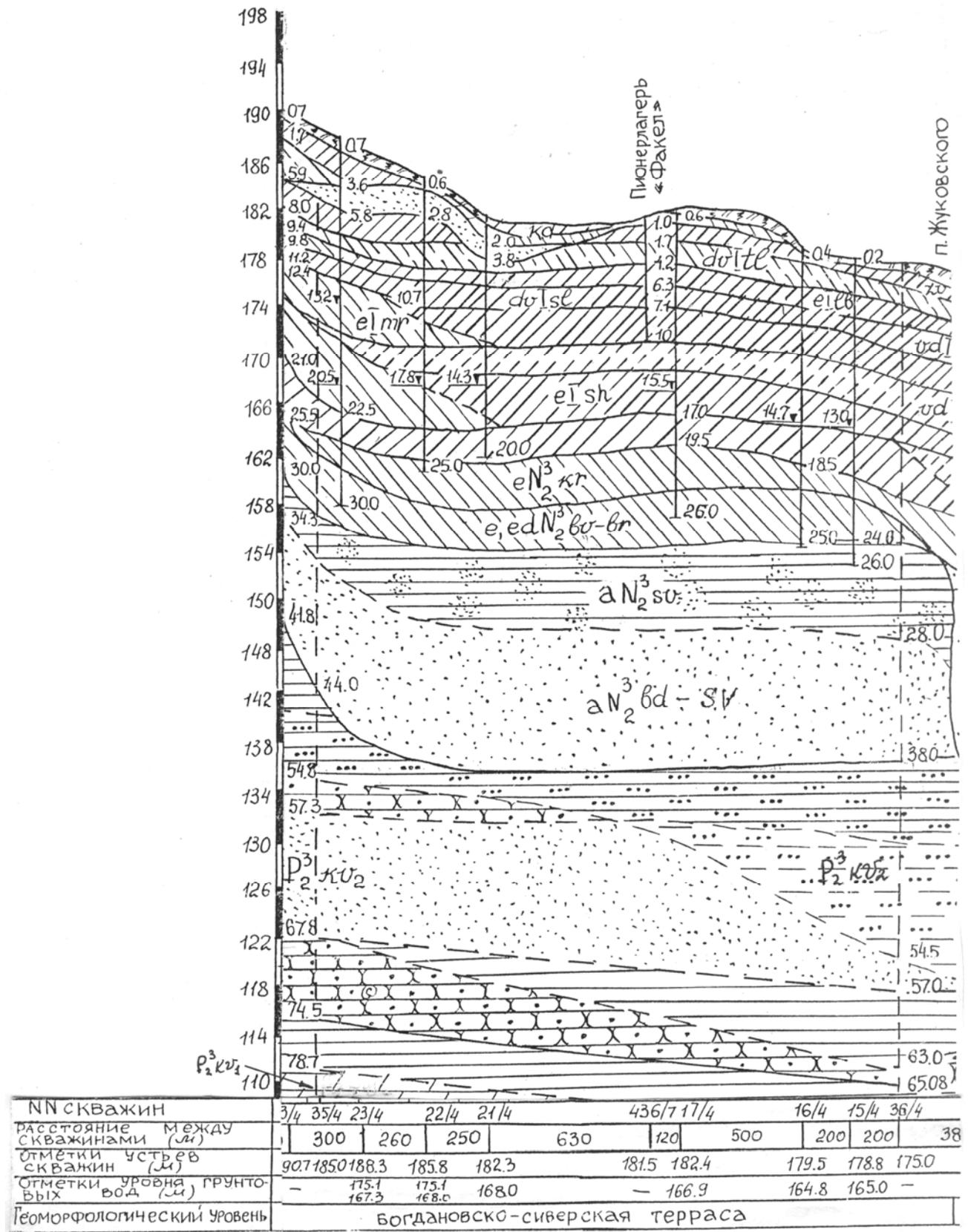


Рис. 2. Геофильтрационная схема зоны активного водообмена. Тип I, подтип Iб (условные обозначения см. на рис. 5)

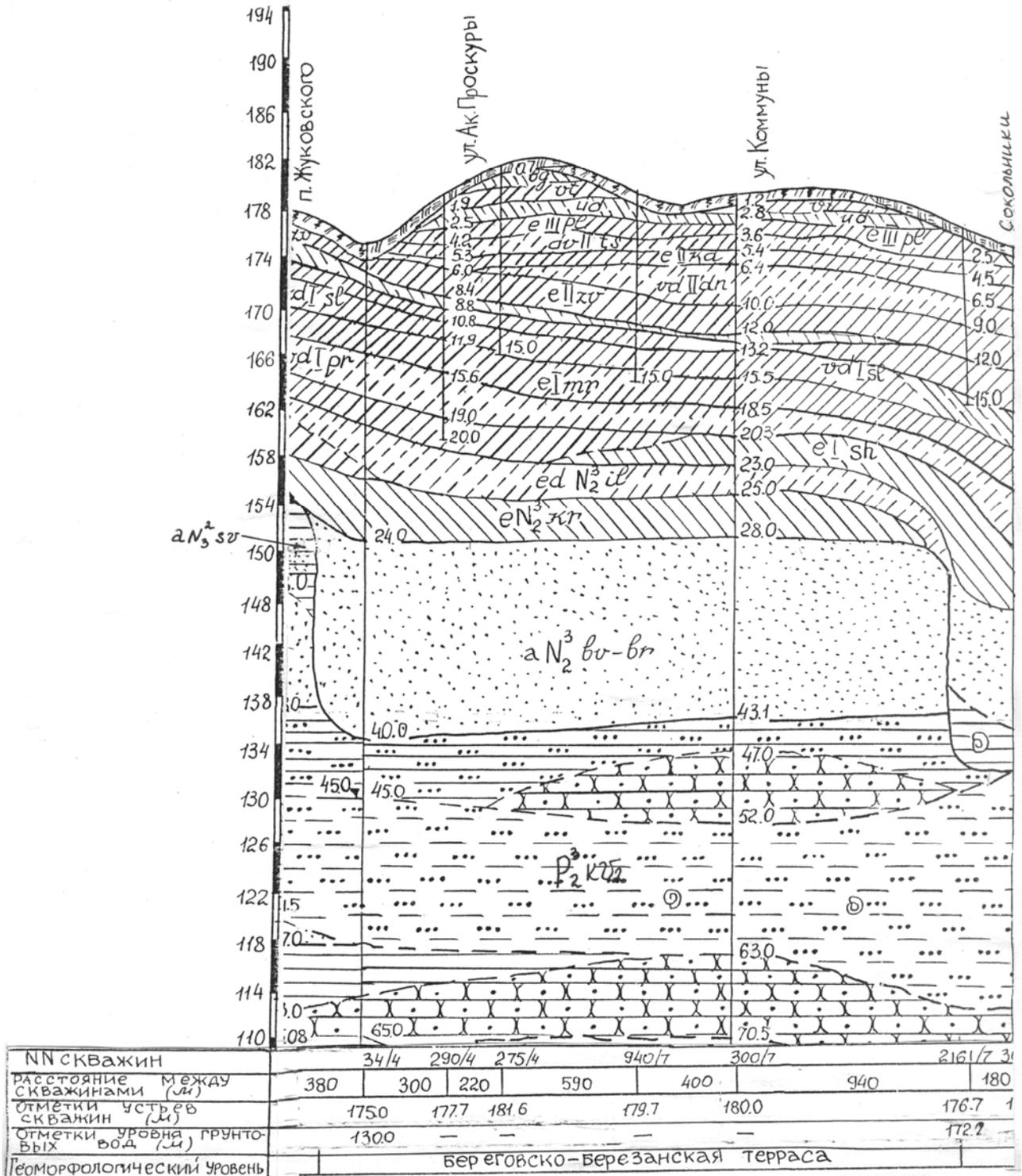


Рис. 3. Геофильтрационная схема зоны активного водобмена. Тип II, подтип IIa (условные обозначения см. на рис. 5)

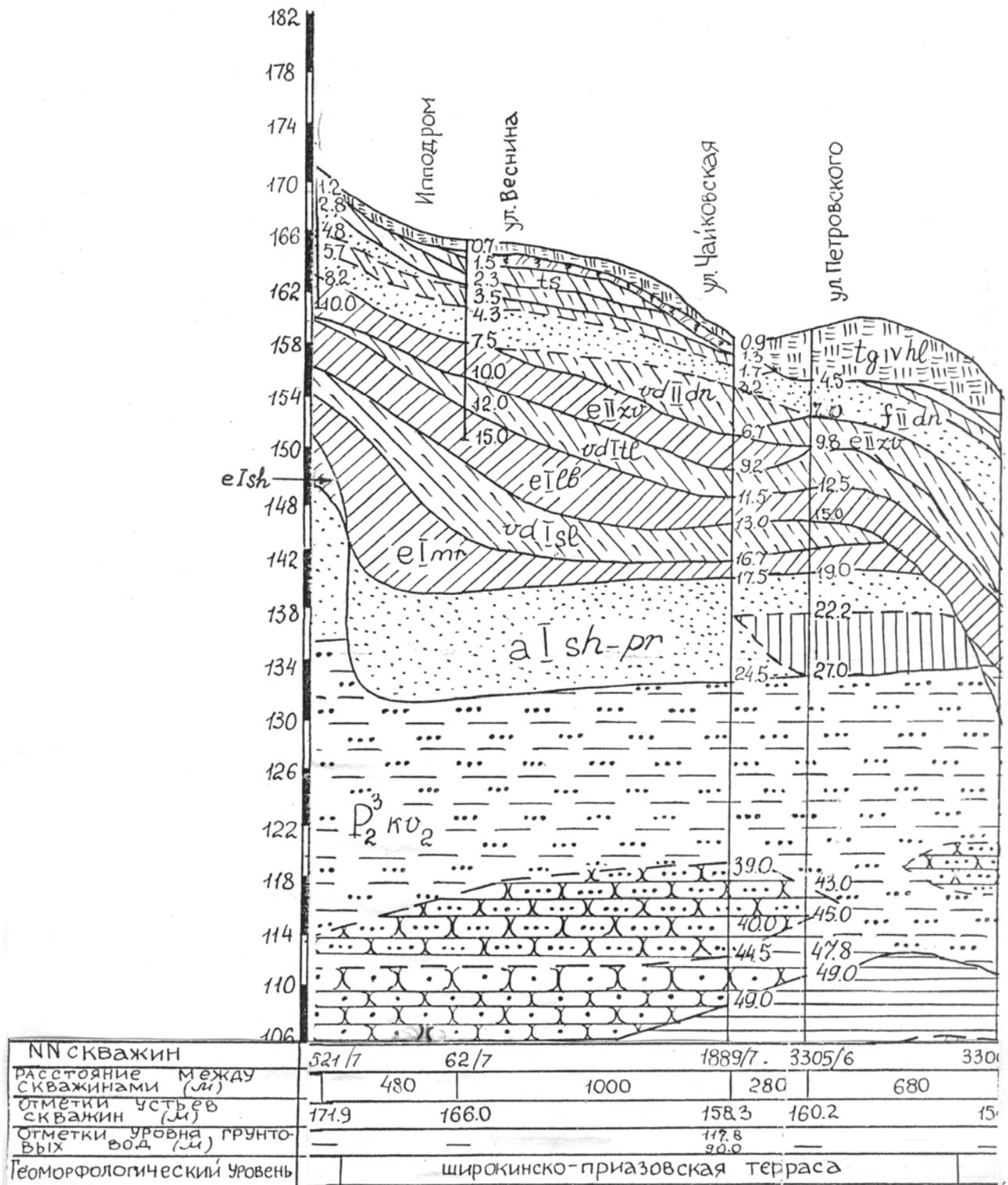
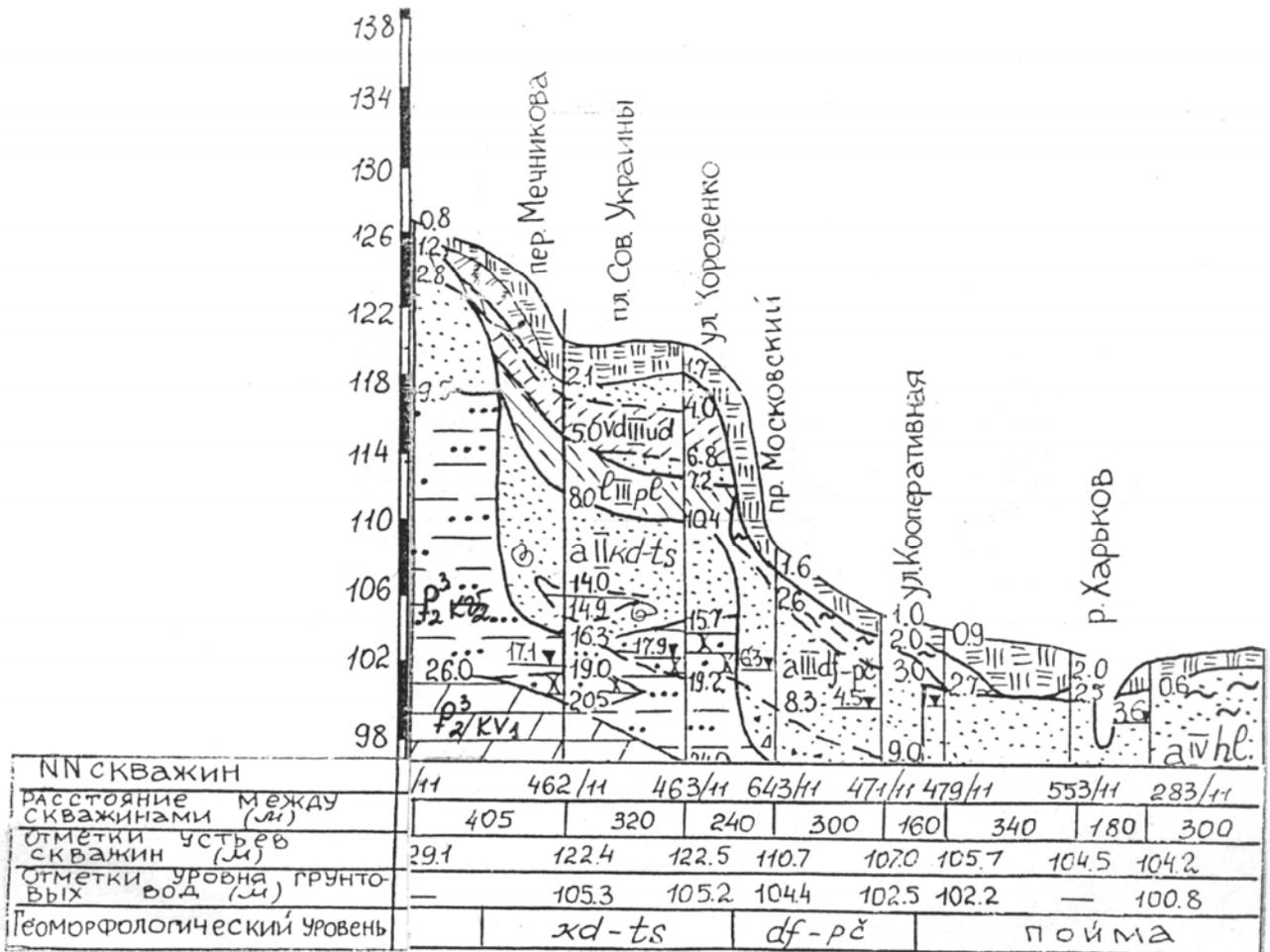


Рис. 4. Геофильтрационная схема зоны активного водообмена. Тип II, подтип IIб (условные обозначения см. на рис. 5)



Условные обозначения к рисункам 1-5:

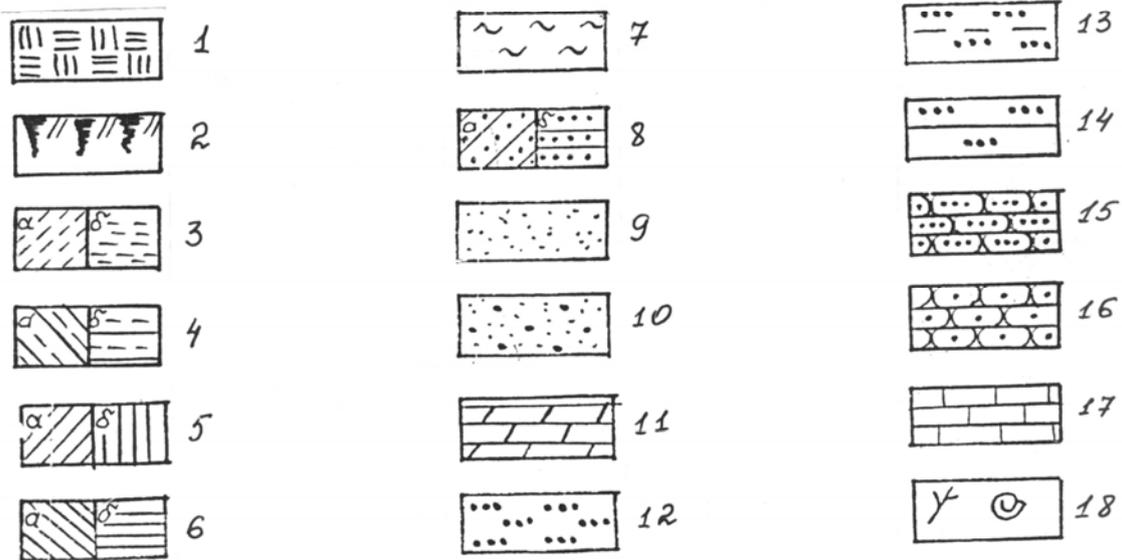


Рис. 5. Геофильтрационная схема зоны активного водообмена. Тип II, подтип IIв

Условные обозначения: 1 – искусственные грунты, 2 – почвенный слой, 3 – суглинок легкий, 4 – суглинок средний, 5 – суглинок тяжелый, 6 – глина, 7 – ил, 8 – супесь, 9 – песок мелкозернистый, 10 – песок разномзернистый, 11 – мергель, 12 – алевроит, 13 – алевроит глинистый, 14 – глина алевроитистая, 15 – алевролит, 16 – песчаник, 17 – мел, 18 – флора и фауна.



Границы террас

Границы геофильтрационных зон

Рис. 6. Схема геофильтрационного районирования территории г. Харькова на геоморфологической картоснове. М 1:200000

Районирование территории г. Харькова по типам геофильтрационных схем и их экологическая роль

Тип геофильтрационной схемы		Подтип геофильтрационной схемы		Экологическая роль геофильтрационной схемы	
Индекс	Геологическое строение	Индекс	Геоморфологическая принадлежность, высотная привязка и геологическое строение	В развитии процессов подтопления	В развитии процессов загрязнения подземных вод
I	Эолово-делювиальные грунты лессового комплекса	Иа	Плато. Морская миоценовая возвышенная равнина (N_{1pt}) и иванковско-салгирская (иванковская) Уды-Лопанская плиоценовая терраса ($aN_{1^{1-2}}iv-sg$). Абс. отм. поверхности 205-192 м. Однослойная геофильтрационная схема. Суглинки лессовидные четвертичного возраста, залегающие на краснобурых и пестроцветных неогеновых глинах (edN_2^3 и e,edN_2^3bd-br), местами опесчаненные. Мощность суглинистой толщи 10-30, $K_f=0,01-0,001$ м/сут, мощность неогеновых глин 5-15 м, $K_f=0,01-0,001$ м/сут, в зависимости от степени опесчаненности и трещиноватости. Ниже залегают разновозрастные пески (P_3br-N_{1pt} и $aN_{1^{1-2}}iv-sg$) на линзах глин ($P_3^{1-2}hr$) и относительно выдержанных водоупорных зелено-серых глинах ($P_2^3kv_2$).	Обуславливает наличие потенциально подтопляемых территорий в местах распространения опесчаненных неогеновых глин и опесчаненных значительной мощности	Не обеспечивает природной защищенности подземных вод от загрязнения с поверхности в местах распространения опесчаненных и маломощных неогеновых глин.
		Иб	Богдановско-сиверская Уды-Лопанская плиоценовая терраса ($aN_{2^{2-3}}bd-sv$). Абс. отм. поверхности 192-179 м. Однослойная геофильтрационная схема. Суглинки лессовидные, залегающие на краснобурых и зелено-серых плиоцено-нижнечетвертичных глинах (aN_2^3sv), которые представляют первый от дневной поверхности местный водоупор. Мощность суглинистой толщи 20-35 м, $K_f=0,01-0,001$ м/сут, мощность глин.	Обуславливает наличие потенциально подтопляемых территорий	Условно обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности
II	Аллювиальные отложения речных террас, перекрытые и неперекрытые эолово-делювиальными грунтами лессового комплекса	IIа	Береговско-березанская плиоценовая терраса рек Лопань и Харьков (aN_2^3bv-br). Абс. отм. 182-178 м. Однослойная геофильтрационная схема. Представлена (сверху вниз): - суглинками лессовидными, залегающими на красно-бурых плиоценовых суглинках (aN_2^3kr) с относительно низкими фильтрационными свойствами, мощность суглинистой толщи 10-20 м, ($K_f=0,1-0,001$ м/сут); - аллювиальными песками (aN_2^3dv-br), мощностью 5-15 м (K_f более 1 м/сут); - алевритом глинистым и алевролитом ($P_2^3kv_2$) общей мощностью 25-30 м. Подстилаются зелено-серыми глинами ($P_2^3kv_2$), представляющими наиболее выдержанный местный водоупор (K_f менее 0,001 м/сут).	Обуславливает наличие потенциально подтопляемых и неподтопляемых территорий в зависимости от фильтрационных свойств распространенных здесь красно-бурых плиоценовых суглинков (aN_2^3kr)	Условно обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности. При значительной мощности суглинков (aN_2^3kr), более 5 м и K_f менее 0,005 м/сут территория является условно защищенной от загрязнения подземных вод, в остальных случаях – незащищенной.

		<p>Охватывает речные террасы: крыжановско-ильичевскую плиоценовую террасы рек Уды и Лопани (aN_2^3kr-il), ширококинско-приазовскую плиоцен-четвертичную террасу рек Уды, Лопани и Харькова ($aN_2^3-Q_1sh-pr$), мартоношско-сульскую (гуньковскую) ($aImr-sl$), лубенско-тилигульскую (таганскую) четвертичные террасы рек Уды, Лопани и Харькова ($allb-tl$).</p> <p>Абс. отм. 178-126 м.</p> <p>Однослойная геофильтрационная схема. Представлена (сверху вниз):</p> <ul style="list-style-type: none"> - суглинками лессовидными, залегающими на аллювиальных песках четвертичного возраста, мощность 5-15 м, ($K_{\phi}=0,1-0,005$ 	<p>Обуславливает наличие потенциально неподтопляемых территорий</p>	<p>Не обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности.</p>
		<p>Завадовско-днепровская (градижская) четвертичная терраса р. Лопань ($allzv-dn$), кайдакско-тясминская (краснодонецкая) ($allkd-ts$), прилукско-удайская (трубецкая) ($allpl-ud$), витачевско-бугская (боровая) ($allvt-bg$) четвертичные террасы рек Уды, Лопань и Харьков, дофиновско-причерноморская (высокая пойма) ($alldf-pc$) четвертичная терраса рек Уды и Харьков, четвертичные поймы рек Уды, Лопань, Харьков и Немышля, днища крупных балок ($aIVhl$).</p> <p>Абс. отм. 126-98 м.</p> <p>Однослойная: пески аллювиальные перечисленных выше террас и песчаники верхнекиевской подсвиты, залегающие на нижнекиевских глинах. Общая мощность толщи 10-25 м; $K_{\phi}=2-30$ м/сут, местами до 140 м/сут</p>	<p>Подтопление территории приурочено к местам разгрузки подземных вод (днища балок, до-лины рек и т.п.), где приток превышает возможности естественного дренирования и поверхностного стока.</p>	<p>Не обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности.</p>

- подтип *IIa* занимает береговско-березанскую плиоценовую террасу (aN_2^3bv-br) рек Лопань и Харьков;

- подтип *IIб* занимает крыжановско-ильичевскую плиоценовую террасу (aN_2^3kr-il), ширококинско-приазовскую плиоцен-четвертичную террасу ($aN_2^3-Q_1sh-pr$), мартоношско-сульскую ($aImr-sl$) и лубенско-тилигульскую ($allb-tl$) четвертичные террасы рек Уды, Лопань и Харьков;

- подтип *IIв* занимает завадовско-днепровскую четвертичную террасу р. Лопань ($allzv-dn$), кайдакско-тясминскую ($allkd-ts$), прилукско-удайскую ($allpl-ud$), витачевско-бугскую ($allvt-bg$), дофиновско-причерноморскую ($alldf-pc$) четвертичные террасы рек Уды, Лопань, Харьков и Немышля, поймы этих рек и днища крупных балок ($aIVhl$).

Первые два подтипа (*IIa* и *IIб*) сложены (сверху вниз):

- суглинками лессовидными, залегающими на красно-бурых плиоценовых суглинках с относительно низкими фильтрационными свойствами, мощность суглинистой толщи составляет 5-20 м, а $K_{\phi}=0,1-0,001$ м/сут;

- аллювиальными песками мощностью 5-15 м и K_{ϕ} более 1 м/сут;

- алевролитом глинистым и алевролитом общей мощностью 25-30 м.

Подстилаются эти отложения зелено-серыми нижнекиевскими глинами, представляющими наиболее выдержанный местный водоупор (K_{ϕ} менее 0,001 м/сут).

Третья подзона (*IIIв*) сложена аллювиальными песками перечисленных выше террас и песчаниками верхнекиевского века, залегающих на нижнекиевских глинах. Общая мощность толщи составляет 10-25 м, а $K_{\phi}=2-30$ м/сут, местами за счет трещиноватости песчаников

верхнекиевского века K_f достигает до 140 м/сут.

Геофильтрационное районирование территории г. Харькова на геоморфологической картографической основе представлено на рис. 6.

Выводы.

Определение экологического значения геологического строения зоны активного водообмена при оценке воздействия техногенных фильтрационных потерь на подземные воды городских территорий играет первостепенную роль при разработке охранных и защитных мероприятий от развития таких опасных процессов как подтопление и загрязнение подземных вод. Как уже указывалось, наличие в геофильтрационном разрезе глинистых водоупорных пород с низкими фильтрационными свойствами обуславливают подъем уровня грунтовых вод при дополнительном техногенном инфильтрационном питании и, за счет этого, развитие процессов подтопления. С другой стороны наличие водоупорных глинистых пород играет положительную экологическую роль, поскольку они обеспечивают естественную защищенность подземных вод от проникновения техногенных вод и загрязнения ниже лежащих водоносных горизонтов. Исходя из типа геофильтрационной схемы, можно предполагать следующую их экологическую роль:

- *Подзона Ia.* Обуславливает наличие потенциально подтопляемых территорий в местах распространения неопесчаненных неогеновых глин и опесчаненных значительной мощности. Не обеспечивает природной защищенности подземных вод от загрязнения с поверхности в местах распространения опесчаненных и маломощных неогеновых глин.

- *Подзона Ib.* Обуславливает наличие потенциально подтопляемых территорий и условно обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности.

- *Подзона IIa.* Обуславливает наличие потенциально подтопляемых и неподтопляемых территорий в зависимости от фильтрационных свойств распространенных здесь красно-бурых плиоценовых суглинков, при $K_f =$ менее 0,0001 м/сут и мощности глин

более 3-5 м.

- *Подзона IIб.* Обуславливает наличие потенциально неподтопляемых территорий и не обеспечивает природную защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности.

- *Подзона IIв.* Подтопление территорий связано с разгрузки подземных вод в днища балок, долины рек и т. п., где их приток превышает возможности естественного дренирования территорий местной гидрографической сетью и возможностями поверхностного стока. Загрязненность поверхностных и подземных вод здесь обуславливается минерализацией и химическим составом дренируемых подземных вод и поверхностного стока.

Таким образом, в подзонах Ia, Ib, IIa необходимо определять начальный градиент перетока через подстилающие водоупорные глины и на основании этих данных выполнять прогнозную оценку развития процессов подтопления и загрязнения подземных вод и, соответственно, запроектировать защитные мероприятия. Преимущественно это устройство площадных, пристенных и пластовых дренажей.

В подзонах IIa (частично), IIб и IIв, эффективным может быть и устройство вертикального дренажа.

В подзоне IIв эффективно устройство горизонтальных дрен, ориентированных по направлению русел поверхностных водотоков и перехватывающих поток подземных вод со стороны склонов долин рек и балок.

Такую схематизацию геофильтрационного строения зоны активного водообмена необходимо выполнять для всех групп населенных пунктов, особенно для больших, крупных и крупнейших. Это позволит своевременно выделить на их территориях зоны возможного развития процессов подтопления и загрязнения подземных вод и, соответственно, предусмотреть необходимый состав мероприятий по их предупреждению уже на стадии проектирования.

Литература

1. Абрамов И.Б. Оценка воздействия на подземные воды промышленно-городских агломераций и экологическая безопасность: Монография. Харків. Вид-во Харк. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, 2007. С. 283 с.
2. Абрамов С.К., Дегтярев Б.М., Дзекцер Е.С. Источники и факторы подтопления территорий промышленных предприятий. – В кн.: Материалы Всесоюзного межотраслевого совещания «Проблемы прогнозирования повышения уровня грунтовых вод на застроенных территориях и борьбы с подтоплением». Белгород. 1972. С. 57-61.
3. Абрамов С. К. Борьба с подтоплением промышленных площадок. М. Стройиздат, 1949. 95 с.
4. Абрамов И.Б. Оценка воздействия природных и техногенных факторов на подземную гидросферу. Харьков. Вісн. Харк. нац. ун-ту. №521. 2001. С. 106-107.
5. Абрамов И.Б. Основные типы геологического строения зоны активного водообмена и их значение при оценке техногенных воздействий на подземную гидросферу промышленно-городских агломераций. Харьков. Вісн. Харк. нац. ун-ту. № 736, 2006. С. 84-91.
6. Абрамов И.Б., Бабенко В.Д., Солодовников Ю.С., Карагодин Г.В. Закономерности формирования гидрохимической обстановки на застроенных территориях. // Современные проблемы инженерной геологии и гидрогеологии территории городов и городских агломераций. – АН СССР, М. Наука, 1987. С. 195-196.
7. Абрамов И.Б., Чомко Д.Ф., Решетов И.К., Чомко Ф.В., Чомко Р.Ф. Формирование гидрогеологических условий в районах расположения промышленных комплексов (на примере ТЭЦ-5). Вісн. Харк. нац. ун-ту, № 769. Харків. Вид-во „Екограф”, 2007. С. 11-22.
8. Абрамов И.Б., Солодовников Ю.С. ОВОС и безопасность техногенной среды при освоении подземного пространства // Третья науч.-практ. конф. – «Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) об'єктів будівництва. Регіональні, галузеві проблеми; практика проведення ОВНС». К. Тов. «Знання» України, 2002. С. 35-37.
9. Абрамов С.К. Дегтярев Б.М., Дзекцер Е.С. Влияние гидрогеологических условий на градостроительство и борьба с их вредным воздействием. – В кн.: Влияние инженерно-геологических условий на градостроительство. М. 1973. С. 16- 28.
10. Абрамов С. К., Дзекцер Е.С. Гавшина З.П. Факторы подтопления территорий промышленных предприятий и меры борьбы с ними. Промышленное строительство. № 1. М. 1971. С. 21-32.
11. Бабенко В.Д., Абрамов И.Б., Карагодин Г.В. Водообмен в условиях влияния промышленно-городской агломерации (на примере г. Харькова). Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях. К. Наукова Думка, 1991. С. 384-396.
12. Бабенко В.Д., Абрамов И.Б., Карагодин Г.В. Городские и промышленные агломерации. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях. К. Наукова Думка, 1991. С. 65-80.
13. Грыза А.А., Солдак А.Г. Баланс подземных вод и проблема их дренирования на территории Одессы. Защита застроенных территорий от подтопления. Инженерные изыскания в строительстве. К. 1972. С. 46- 54.
14. Дзекцер Е.С., Гавшина З.П. Схематизация техногенных изменений водного режима на территориях промпредприятий. Промышленное строительство» № 11. М. 1973. С. 18-25.
15. Дзекцер Е. С. Особенности формирования режима питания грунтовых вод на застроенных территориях. В кн.: Инженерно-геологические и гидрогеологические проблемы градостроительства. М., 1974. С. 124-137.
16. Дзекцер Е.С. Техногенные гидрогеологические системы в организации подземной гидросферы застроенной территории. Подземные воды и эволюция литосферы. М. Наука, 1985. С. 375-380.
17. Луцик А.Б., Боков В.А. Основы экологической безопасности. Симферополь: Сонат, 1998. 223 с.
18. Луцик А.В., Давиденко И. П., Швырло Н. И., Романюк О. С., Яковлев Е. А. Особенности методики геолого-экологического картирования хозяйственно освоенных территорий Украины. Всероссийская научно-практическая конференция «Геологическое картографирование», 24 – 27 февраля 1998 г., пос. Зеленый, Московской обл., часть II. М. Геоинформмарк, 1998. С. 23 – 25.
19. Рудько Г.І., Кошіль М.Б., Бондаренко М.Д. Регіональний, спеціальний та локальний режими небезпечних геологічних процесів як основа зниження потенційного ризику техноприродних аварій і катастроф. К. Знання, 1997. 86 с.
20. Рудько Г.І. Проблемы оптимального использования подземных вод Украины. Экология и ресурсы. Вып. 4. 2003. С. 41-45.

21. Слинко О.В. Принципы классификации застроенных территорий городов и промышленных узлов европейской части РСФСР по степени их потенциальной подтопляемости. В кн.: Прогноз изменения гидрогеологических условий застраиваемых территорий. М.: Стройиздат, 1980. С. 93-116.
22. Соболевский Э.Э., Строкань Н.А. Существующее и прогнозируемое использование ресурсов подземных вод для водоснабжения. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных структурах. К. 1991. С. 17-18.
23. Теория и методология экологической геологии. Под ред. В. Т. Трофимова. М. Изд-во МГУ. 1997. 368 с.
24. Каченко К.Д. Баланс влаги в зоне аэрации. К. Наук, думка. 1965. 144 с.
25. Трофимчук О.М., Яковлев Є.О., Загорчевна Н.Б., Госк Е. Регіональне підтоплення міст та селищ України як фактор її національної безпеки. Матеріали другої міжнарод. наук.-практ. конф. "Начальні питання вирішення проблеми підтоплення ґрунтовими водами територій міст та селищ міського типу". К. Знання, 2003. С. 5 – 8.
26. Яковлев Є.О. Екологічна геологія. На межі двох наук. Мін. рес. України. 1994. С. 21- 25.

© Абрамов И.Б., Чомко Ф.В., Кошуба А.И., Чомко Д.Ф., Куденко О.Д., Козлова О.В.