

Управление геологии
Латвийской ССР
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОНД

ИНВ. № _____

~~0~~4395

Дубликат (Д.)

Государственный производственный
геологический комитет
Латвийской ССР

Геологоразведочная экспедиция
Гидрогеологическая партия

ОТЧЕТ

о разведке новых источников водоснабжения
гор Риги в долине р. Гауи с подсчетом экс-
плуатационных запасов подземных вод (по со-
стоянию на декабрь 1964 г.)

том I.
Текст отчета.

1890651

г. Рига
1965 г.

~~СЕКРЕТНО~~

экз. № II

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
КОМИТЕТ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

Геологоразведочная экспедиция
Гидрогеологическая партия

Авторы: Колоколов Л.Ф.
Адамян К.В.
Озолиньш В.П.
Шмельков А.И.

О Т Ч Е Т

о разведке новых источников водоснабжения г. Рига
в долине р. Гауя с подсчетом эксплуатационных запасов
подземных вод (по состоянию на декабрь 1964г.)

Том I

Текст отчета

Председатель Госкомитета

Я.П. Мисанс

(Мисанс Я.П.)

Главный геолог Госкомитета

В.М. Курис

(Курис В.М.)

Начальник Геологического
отдела

П.М. Михайловский

(Михайловский П.М.)

Начальник экспедиции

М.А. Строгонов

(Строгонов М.А.)

Гл. геолог экспедиции

В.Н. Лярский

(Лярский В.Н.)

Ст. гидрогеолог экспедиции

Э.Р. Линдия

(Линдия Э.Р.)

г. Р и г а

1965 год.

Государственный производственный
геологический комитет
Латвии ССР
ГЕОЛОФОНД

№ 04395

Дата

А Н Н О Т А Ц И Я

Колоколов Л.Ф., Адамьян К.В.
Озолиньш В.П., Шмелёвков А.И.

В отчете изложены результаты гидрогеологических изысканий новых источников водоснабжения г.Риги с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод (по состоянию на декабрь 1964 г.)

Текст отчета на 200 стр., 22 текстовых приложения на 128 стр. и 49 графических приложений (50 листов) (ВГФ, ТГФ-1965г. 0-35-ХХУ).

Работа выполнена в 1962-1964 г.г. гидрогеологической партией Геологоразведочной экспедиции Госгеолкома ЛССР.

Для водоснабжения г.Риги на участках Паунас-Каулини, Мели-Дурмали и Ваверес нижнего течения р.Гауи выбраны грунтовые воды четвертичных отложений. Водовмещающие породы - разнозернистые пески с включением гравия и гальки. Мощность водоносного горизонта колеблется от 8,0 до 35,0 м. Воды - безнапорные. На утверждение ГКЗ представляются эксплуатационные запасы по категориям А + В + С в следующем количестве:

по А.....	62,4 тыс. м ³ /сут.
по В.....	81,4 тыс. м ³ /сут.
по С ₁ + С ₂	101,8 тыс. м ³ /сут.

По сумме всех категорий 245,6 тыс. м³/сут.

К.Л.Ф.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Том I.

	<u>Стр.</u>
<u>Текст отчета</u>	
В в е д е н и е	9
Глава I. Общие сведения о месторождении (участке)	13
Глава II. Краткая характеристика геологического строения и гидрогеологических условий района	29
Глава III. Методика гидрогеологических разведочных и опытных работ	57
Глава IV. Геологическое строение месторождения "Паунас - Каулини"	71
Глава V. Гидрогеологические условия месторождения "Паунас - Каулини"	78
Глава VI. Качественная характеристика подземных и поверхностных вод, санитарная охрана водозабора	134
Глава VII. Подсчет эксплуатационных запасов подзем- ных вод.	157
Глава VIII. Эффективность гидрогеологических работ. . .	192
З а к л ю ч е н и е	194
Литература	196

Том II.

Текстовые приложения

1. Рабочее задание № 39 от 21.IX.61г.	3
2. Письмо Института "Латгипрогорстрой" от 8.IX.64г. за № 3161.	4

3.	Протокол обследования площадок и трасс основных и подсобных сооружений проектируемого водозабора "Гауя" от 17.II.64г.	5 - 7
4.	Сводная ведомость выполненных объемов работ	8 - 11
5.	Журнал описания скважин за 1963-1964гг.	12 - 44
6.	Протокол испытания 58 проб грунтов № Г-64-336	45 - 46
7.	Журнал откачки опытной скважины № 18	47 - 50
8.	- " - - " - № 7	51 - 55
9.	- " - - " - № 14	56 - 61
10.	- " - - " - № 1	62 - 67
11.	- " - - " - № 11	68 - 71
12.	- " - - " - № 2	72 - 75
13.	- " - - " - № 9	76 - 78
14.	- " - - " - № 13	79 - 85
15.	Журнал групповой откачки скважин №№ 1, 20, 7, 19	86 - 93
16.	- " - - " - №№ 22, 23, 24.	94 - 100
17.	Санитарная характеристика района.	101 - 104
18.	Результаты химических и бактериологических анализов воды на трассе водозабора	105 - 107
19.	Результаты химических анализов проб воды реки.	108 - 110
20.	Таблица значений r_i и ρ_i	111 - 114
21.	Результаты и порядок расчета срезов и полного понижения уровня при работе всех скважин водозабора	115 - 121
22.	Каталог высотных отметок буровых скважин	122 - 128

СПИСОК
ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Том III

№ прило- жений	Наименование чертежей	
1	2	3
1.	Обзорная карта района разведочных работ. М 1:600 000	Секретно
2.	Карта изогипет территории Латвийской ССР. М 1:1500 000	для служебн. пользования
3.	Карта четвертичных отложений м 1:25 000.	Секретно
4.	Гидрогеологическая карта четвертичных отложений м 1:25 000.	Секретно
4 ^а .	Гидрогеологические разрезы.	-
5.	Геоморфологическая карта м 1:25 000	Секретно
6.	Лист опытной откачки скважины № 9 У1 опытного куста.	-
7.	Лист опытной откачки скважины № 16 1Х опытного куста.	-
8.	Карта фактического материала м 1:25 000.	Секретно
9.	Схема скважин режимной сети.	-
10.	Схема типов кустов опытных откачек.	-
11.	Гидрогеологическая карта участка детальной разведки м 1:10 000.	-

1	2	3
12.	Лист групповой откачки скв. № 1, 20, 7, 19 1 опытного куста.	-
13.	Лист опытной откачки скважины № 2 1 опытного куста.	-
14.	Лист опытной откачки скважины № 1 1 опытного куста.	-
15.	Лист опытной откачки скважины № 7 1 опытного куста.	-
16.	Лист групповой откачки скважин № 22 -24 У опытного куста.	-
17.	Лист опытной откачки скважины № 18 1У опытного куста.	-
18.	Лист опытной откачки скважины № 11 УП опытного куста.	-
19.	Лист опытной откачки скважины № 13 опытного куста.	-
20.	Лист опытной откачки скважины № 14 опытного куста.	-
21.	Карта гидроизогипс опытно-эксплуатационного водозабора. М 1:10 000	-
22.	Лист опытной откачки скв. 5 и 17 III опытного куста.	-
23.	Карта гидроизогипс при одновременной откачке скважин 22, 23, 24. М 1:2000	-

1	2	3
24.	Карта гидроизогипс при одновременной откачке скважин 1, 2, 7, 19. М 1:2000	-
25.	График изменения уровня грунтовых вод за 1963 - 1965 год.	-
26.	Схематический план гидроизогипс.	-
27.	Схема расположения гравиметрических профилей и редуционная кривая.	-
28.	Гравиметрические профили.	-
29.	График многолетних характеристик расхода воды за период 1946 - 1964 гг.	-
30.	Многолетние средние характеристики модуля стока за период 1946 - 1960 гг.	-
31.	Кривая обеспеченности средних годовых расходов р.Гауи за 1927 - 1957 гг. в клетчатке вероятностей.	-
32.	Годовой график колебания уровня и расходов р.Гауи.	-
33.	Продольный профиль р.Гауи.	-
34.	Графики-треугольники по химическим анализам участка "Гауя".	-
35.	График изменения цветности по данным скв. 11, 12, 13, 14.	-

1	2	3
36.	График изменения содержания сероводорода по данным скв. 11, 12, 13, 14.	2
37.	Таблица показателей коли-титра по данным скважин 11, 12, 13, 14.	2
38.	График содержания общего железа в скв. 11, 12, 13, 14.	2
39.	Карта зон санитарной охраны.	1
40.	Схема блокировки живого сечения и расчета среднего коэффициента фильтрации по расчетным блокам I, II, III.	1
41.	Графики зависимости дебита от понижения для скважин № 2, 7, 22, 18, 9, 14, 13, 11.	2
42.	Схема водозабора, применительно к которой подсчитаны запасы.	1
43.	Поперечные профили р. Гауи.	1
44.	Конструкция проектируемой скважины.	1
45.	Разрез русловых отложений р. Гауи.	1
46.	Геологический разрез по опытному эксплуатационному водозабору.	1
47.	Схематический разрез опытно-эксплуатационного лунного водозабора.	1
48.	Лист опытной откачки скв. № 22 V опытного куста.	1
49.	Графики -треугольники по химическим анализам р. Гауи	1

ВВЕДЕНИЕ

В послевоенные годы в г. Риге, в связи с резким ростом населения (1939—347,8 тыс.чел., 1959 г.— 580,4 тыс.чел.) и увеличением объемов жилищного строительства значительно возросла потребность в хозяйственно-питьевой воде.

На основании ряда решений советских и партийных органов, принятых в последние годы, а именно :

1. Постановления бюро Рижского Горкома КП Латвии и Исполнительного комитета Совета Депутатов трудящихся от 14 апреля 1959 года " О мероприятиях по обеспечению водоснабжения гор. Риги ".

2. Решения Исполнительного комитета городского совета депутатов трудящихся от 9 августа 1961 года " Об улучшении водоснабжения гор.Риги ".

3. Постановления Совета Министров Латвийской ССР от 22 мая 1963 года № 311 " Об улучшении водоснабжения гор.Риги за счет подземных и поверхностных вод " ,

В период между 1958—1962 г. были произведены геолого-гидрогеологические работы на участках Ремберги, Катлакалнс и Тумшуне с последующим утверждением отчетов на ИТС Управления геологии и охраны недр (ныне Госгеолкомитет).

Несмотря на то, что на разведочных участках были введены в строй новые водозаборы (Ремберги в 1962 г. и Катлакалнс в 1963 г), а также увеличен суммарный водосбор со старых водозаборов, в городе ощущается недостаток воды.

Потребность в дополнительных водоисточниках хозяйственно-питьевой воды по данным института " Латгипрогорстрой " (тексто-вое приложение № I) составляет :

на 1965 г. - 100 тыс. кубм/сут.

на 1970 г. - 100 тыс. кубм/сут.

Вода предназначена исключительно для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В начале 1963 года были начаты геологоразведочные работы на участке Гауя.

Постановлением Совета Министров Латвийской ССР № 300 от 25 мая 1964 года - § 8-а Госгеолкомитет был обязан представить проектному институту "Латгипрогорстрой" отчет по эксплуатационным запасам подземных вод в долине р. Гауя для водоснабжения г.Риги, утвержденный Государственной комиссией по запасам при Совете Министров СССР в I-м квартале 1965 года.

Гидрогеологические изыскания были проведены Гидрогеологической партией Геологоразведочной экспедиции под руководством начальников партии Алехина В.Т. (1962-1963 г.), Колоколова Л.Ф. (1964-1965 г.), ст. гидрогеологов партии Колоколова Л.Ф., Адамьяна К.В., гидрогеологов Озолиньша В.П., Шмелькова А.И.

Буровые работы выполнены под руководством прорабов Алехина В.Т., Курдучева К.Д., буровыми мастерами Мелнацис В.П., Цирш А.С., Карклиньш В.А., Акименко Г.С., Пильщиковой Л.Б., Петрова А.И., Корнева П.Л.

Обработка полевых материалов произведена гидрогеологами Шмельковым А.И., Озолиньш^{ем} В.П., Перевозчиковой Э.Я., техниками Тярве В.С., Яссон Р.А.

Настоящий отчет составлен под руководством ст.гидрогеолога партии Колоколова Л.Ф., коллективом гидрогеологов: Адамьян К.В., Озолиньш В.П., Шмельков А.И.

Глава I написана т.т. Колоколовым Л.Ф. и Яссон Р.А.

Главы II, IV написаны т. Адамяном К.В.

Глава VI написана т.т. Колоколовым Л.Ф. и Перевозчиковой

Э.Я. Глава V написана т.т. Шмельковым А.И. и Яссон Р.А.
Введение, главы III, VII, VIII и заключение написаны тов. Коло-
коловым Л.Ф.

Текстовые и графические приложения составлены гидрогеоло-
гами Колоколовым Л.Ф., Адамяном К.В., Шмельковым А.И. и Озо-
линьшем В.П.

Непосредственно на участке разведки "Гауя" ранее никаких
работ не производилось.

В настоящем отчете запасы по участкам действующих водоза-
боров не представляются, поскольку Постановлением Совета Мини-
стров Латвийской ССР № 311 для проведения изысканий были уста-
новлены столь сжатые сроки, что качественная обработка материа-
лов и подсчет запасов по району гор. Риги, включая его окрестно-
сти, параллельно с работами в долине р. Гауи, оказались физи-
чески не выполнимыми. Подсчитанные запасы в целом по работам,
связанным с разведкой подземных вод для г. Риги будут включены
в Сводный отчет по гидрогеологическим изысканиям новых источни-
ков водоснабжения гор. Риги.

СЕКРЕТНО

ОБЗОРНАЯ КАРТА РАЙОНА РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Масштаб 1 : 600 000

Секретно
С. Инд. № 556
Экз. № II



Условные обозначения

1



Район разведочных работ

Государственный проектно-исследовательский институт геологической разведки СССР
ГЕОЛАНДИ
 И.з. **04395**
 Дата

ГЛАВА I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ (УЧАСТКА)

I. Географическое и административное положение участков разведки.

Площадь разведки находится в центральной части Латвийской ССР, в пределах административных границ Рижского района, примерно в 30-35 км к северо-востоку от г. Риги (граф. приложение № 1).

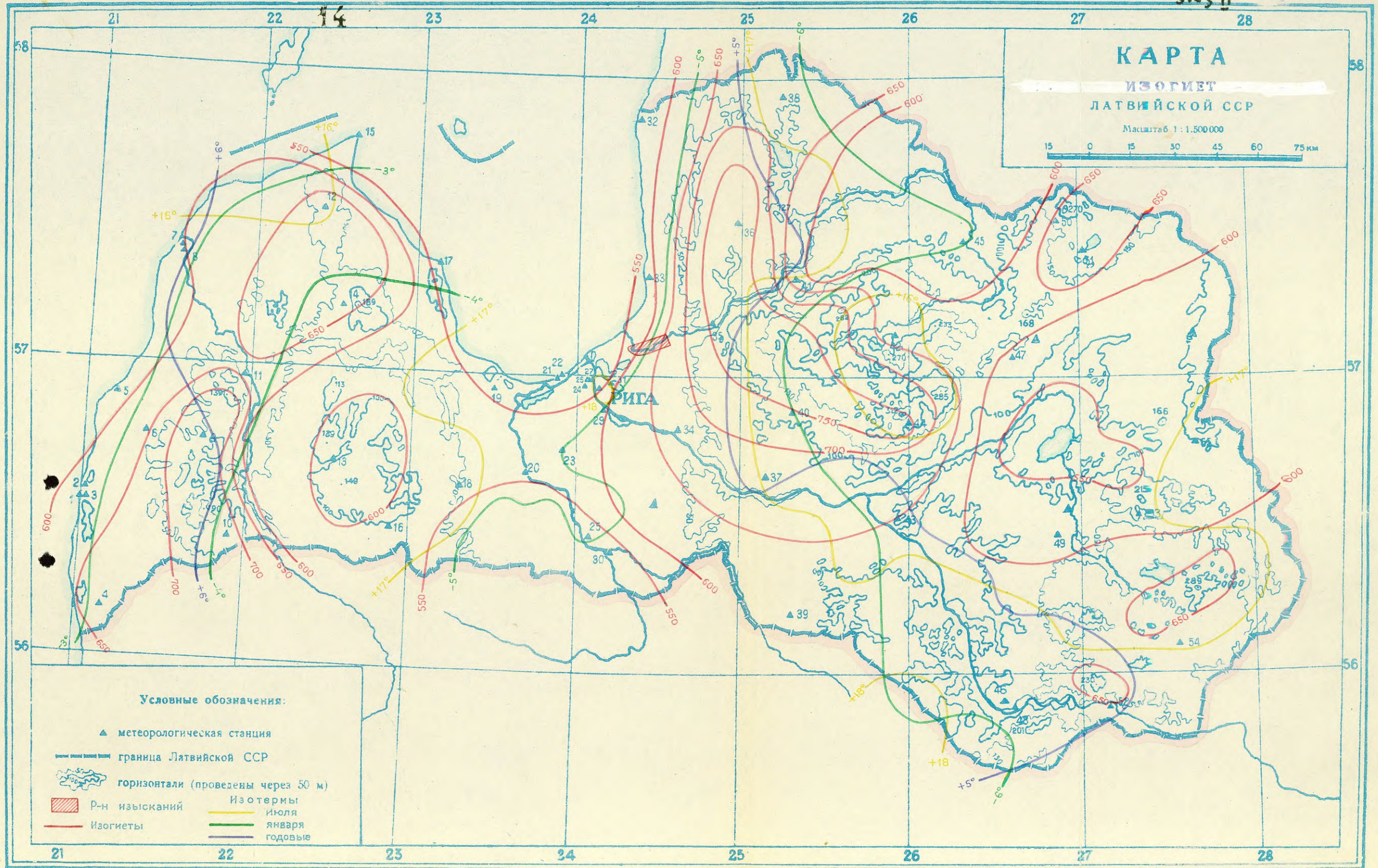
Участок расположен в виде узкой полосы, протяженностью около 40 км вдоль берегов р. Гауи, между населенными пунктами Царникава (на западе) и Мурьяни (на востоке).

Общая площадь участка составляет около 80 ² км. По западной границе участка (п. Царникава) проходит шоссе Рига-Таллин, по восточной границе (п. Мурьяни) проходит шоссе Рига-Лимбажи (Валмиерский район). Непосредственно в пределах участка имеется несколько грунтовых дорог, пересекающих его в разных направлениях.

2. Климат и орографи́я

Климатические условия района исследования, как и всей территории Латв. ССР, относятся к умеренно-континентальному типу Атлантико-континентальной области, смягченному близостью моря.

Климатический режим характеризуется сравнительно теплой неустойчивой зимой и относительно прохладным летом, большой влажностью. Среднегодовое количество осадков в пределах Средне-Латвийской изменности составляет 550-654 мм; число дней с осадками за год составляет 189. Наиболее наглядное представление о пространственном распределении осадков дает карта изогипет (граф. приложение № 2).



Выпадение осадков значительно превышает испарение, т.е. территория относится к зоне избыточного увлажнения, где коэффициент увлажнения составляет I-I,5. Это обстоятельство способствует подпитыванию грунтовых вод путем инфильтрации атмосферных осадков. Максимальное количество осадков наблюдается в летние месяцы, но повышение уровней грунтовых вод наиболее интенсивно происходит в конце периода снеготаяния. Снежный покров достигает в конце зимы 30 см и составляет 12-20% общей суммы осадков.

Наиболее холодным месяцем является февраль со средней температурой -5°C , - наиболее теплым - июль ($+17^{\circ}\text{C}$).

На исследуемой территории преобладают южные, юго-восточные и северные ветры. Зима продолжается около трех месяцев. Средняя месячная температура в декабре в гор.Риге $2,5-2,9^{\circ}\text{C}$. Зимний сезон в целом характеризуется высокой водностью рек, что обусловлено частыми оттепелями.

Весна начинается во второй декаде марта и носит затяжной характер, ввиду относительно низкой температуры морского воздуха, приносимого северными ветрами. К началу апреля устанавливается температура $+5^{\circ}\text{C}$ и выше, снежный покров сходит почти полностью.

Летний период на территории республики наступает с середины июня, среднесуточная температура воздуха равна $13-14^{\circ}\text{C}$. Лето прохладное, влажное, характерное частыми дождями. За летний период выпадает 220-280 мм осадков, особенно богат осадками июль. Осень обычно начинается в конце сентября затяжными дождями. Количество осадков в октябре-декабре составляет 150-220мм. Средняя температура в районе г.Риги в октябре $+6^{\circ}\text{C}$, в ноябре $+1,5^{\circ}\text{C}$.

Основные климатические данные представлены в таблицах № № I-4.

Обобщая вышеизложенное, видим, что умеренно-континентальный климат и связанное с близостью моря избыточное увлажнение территории создают благоприятные условия для формирования и накопления пресных подземных вод в значительных количествах.

Таблица № I

Температура воздуха (в градусах)
Бассейн р. Гауи с притоками.

О с е н ь			З и м а			В е с н а		
Ср.мно- голетн.	1963	Откло- нения	Ср.мно- голетн.	1963	Откло- нения	Ср.мно- голет.	1963	Откло- нения
2,6	4,2	1,6	-5,7	-9,6	-3,9	3,9	3,3	-0,6

Продолжение

Л е т о			Г о д		
Ср.много- летн.	1963	Откло- нения	Ср.мно- голетн.	1963	Откло- нения
14,2	15,5	1,3	3,7	3,4	0,13

Таблица № 2

Сумма осадков за сезоны гидрогеологического года и отклонения их от средних многолетних значений. Бассейн р. Гауи с притоками.

О с е н ь			З и м а			В е с н а			Л е т о		
Ср.мно- голетн.	1963г.	Откло- нения в %	Ср.мно- голетн.	1963г.	Откло- нения в %	Ср.мно- голетн.	1963г.	Откло- нения в %	Ср.мно- голетн.	1963г.	Откло- нения в %
117	106	-9	96	77	-20	119	78	-34	320	244	- 24

Продолжение

Г о д		
Ср.мно- голетн.	1963г.	Отклоне- ния в %
652	525	- 22

Таблица № 3

Бассейн рек	Запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния (мм)		
	Ср. много- летн.	Весной 1963г.	Отклонен. в %
р. Гауя с притоками	85	76	- II

Таблица № 4

Модульные коэффициенты среднего стока
воды по сезонам.

р. Гауя с притоками	Модульные коэффициенты по сезонам и годовые				
	Осень	Зима	Весна	Лето	Год
	1,27	0,70	0,75	0,33	0,90

Исследуемый участок расположен в восточной части Приморской низменности и частично на северо-западном склоне Средне-Латвийской возвышенности. Рельеф участка равнинный и лишь на незначительных пространствах мелко- и среднехолмистый. В районе изысканий можно выделить холмистую ледниковую равнину и область развития более молодого рельефа, образовавшуюся под влиянием деятельности Балтийского ледникового озера. В зоне развития последнего преобладает равнина, сложенная преимущественно песчаными морскими отложениями и образованиями Балтийского ледникового озера.

На фоне равнины выделяются дюнные гряды и массивы. Высота дюн колеблется от 5 до 20 м. Абсолютные отметки последних

изменяются от нескольких метров до 25 м, уменьшаясь в сторону Рижского залива. Вышеописанная равнина граничит с простирающейся вдоль берега Рижского залива изменностью с абсолютными отметками поверхности 1,5-2,5 м. Пологий рельеф района изысканий пересекается долиной р. Гауи, оказывающей значительное влияние на условия формирования подземных вод. Рельеф осложнен долиной реки. Границей района развития озерных и морских форм рельефа служит береговая линия Балтийского озера. К востоку от этой границы расположен район развития ледниковых форм рельефа, где преобладают дельтовые слабоволнистые и послеледниковые равнины. Равнина часто осложнена дюнными массивами (Гаркалне, Инчукалнс).

Территория, относящаяся к бассейну р. Гауи, покрыта равномерной речной сетью. На исследуемом участке протекает р. Гауя с небольшими притоками. Реки являются постоянно действующими водотоками, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового (50%). Наибольший сток - весной, наименьший - зимой.

Река Гауя является четвертой по величине рекой Латвии. Ее исток располагается на Центрально-Видземской возвышенности, на высоте 202 м над уровнем моря. Общая длина водотока 460 м, уклон 0,45 ‰, площадь водосбора 8900 км². Количество и протяженность водотоков различной длины характеризует таблица № 5, а количество озер и площади их зеркала в бассейне р. Гауи - таблица 6. №

Таблица № 5.

Количество и протяженность водотоков различной длины.

Градация водотоков по длине, км.	Общее количество водотоков и их длина (суммарно), км.	% от общего количества водотоков и их общ.длинны
Бассейн р. Гауя		
Самые малые. Менее 10	1833/3246	94/53
10-25	97/1430	5/23
Малые 26-50	10/331	1/5
51-100	9/682	0/11
Средние 301-500	1/460	0/8
Всего	1950/6149	100/100

Таблица № 6.

Количество озер и площади их зеркала

Градация озер по площади зеркала, в км ² .	Количество озер и их площадь, в км ²	% от общего количества озер и от их общей площади
Менее 0,10	739/ 10,1	86/13
0,10-0,50	104/ 21,6	12/39
0,51-1,00	13/8, 91	1/16
1,01-10	7/14,9	1/27
Всего	863/55,5	100/100

В связи с тем, что в русле реки широко развиты песчаные отложения и песчаники мутность Гауи немного выше, чем в р. Даугаве.

Река в пределах рассматриваемого участка протекает по равнине, высота берегов ее местами достигает 6-10 м. Низменные берега при высоких наводках затопляются на значительную ширину. Опорными створами по расходам воды являются города Валмиера и Сигулда. Уровенная характеристика дается по наблюдениям на водомерном посту Ремберги. На ход уровня влияют стонно-нагонные явления Рижского залива, а также рыбацкие заграждения, расположенные в 50 и 150 м выше пос. Царникава. Образующиеся весной в период ледохода заторы льда вызывают также значительные подъемы уровня. Для судоходства Гауя не пригодна, используется только для лесосплава.

Исследуемый участок расположен в зоне подзолистых и дерново-подзолистых почв. Встречаются и болотные почвы-характерные для участков с высоким стоянием грунтовых вод. Кроме этих основных разновидностей почв, в пойме р. Гауи значительное развитие имеют суглинистые почвы, покрытые разнообразной луговой растительностью.

3. Геологическая и гидрогеологическая изученность месторождения.

Исследования геологического строения, поиски полезных ископаемых и первые гидрогеологические изыскания в окрестностях г.Риги были начаты еще в середине прошлого столетия Мурчисоном (1845г.), Гревингом (1861, 1884), Ф.Шмидтом (1886г), Б.Доссом (1896-1910 м) и др.

Первая мировая война и ее последствия надолго задержали геологические исследования, (~~которые~~), которые были возобновлены только в тридцатые годы. В это время появляется целая серия работ, посвященных изучению гипсоносности Рижского района, что обусловило довольно хорошую изученность девона (саргаевский, швентойский горизонты и др.) .

Это — работы Е. Краусса (1931г.), Е. Баравикса (1932), Е. Розенштейна (1932г.), А. Стабусе (1937г.), Ю. Эйдука (1938г.), Е. Гайлитиса (1939г.), связанные с разработкой карьеров "Навесала", "Сауриеш", "Саласпилс" и др.

В 1937 г. Н. Делле проводит обширные работы по изучению стратиграфии различных свит верхнего девона.

После восстановления Советской власти в Латвии начался новый планомерный этап изучения геологического строения республики, в том числе и Рижского района.

В связи с возрастающим объемом промышленного и гражданского строительства, большое внимание было уделено изучению запасов полезных ископаемых района. Производится ревизия и переоценка старых месторождений, ведется разведка новых.

В 1947 году Э. Ф. Гринберг приводит краткий обзор четвертичных отложений, форм рельефа и их генезис Рижского района. Работа имеет общий характер, ввиду недостатка фактического материала. Поэтому приведенная в работе стратиграфическая схема четвертичных отложений недостаточно обоснована.

В 1948 г. трест "Ленгеолнеруд" проводит детальную разведку Сауриешского месторождения гипса, а в 1950 г. Институтом геологии и полезных ископаемых АН Латвийской ССР было изучено геологическое строение Рижского гипсоносного района от г. Сло-

ки на западе до месторождений "Зелтыни", "Сауриешы", "Навессала" и "Балдоне" на востоке и юго-востоке.

В 1956-57 г. Я.Слейнисом были проведены работы по разведке Гаркалнского месторождения гравия.

Из числа других детальных исследований следует отметить работу В.Перкюса "Геологический разрез древней долины р.Гауи у г. Сигулды и Валмиеры.

В гидрогеологическом отношении район изучен слабо, хотя проблема водоснабжения города является актуальной с давних времен.

В 1881-1890 г. гидрогеологи Тим и Смеркер производят изыскания в районе озер Кишэзерс, Юглас, а в 1904 г. в районе Букулты (Балтэзерс) был сооружен первый водозабор грунтовых вод.

В 1929-1932 г. разведочные работы по поиску новых источников водоснабжения г.Риги были проведены в районе Закомуйжа. На базе полученного при этом материала в 1934 г. была построена I насосная станция.

Новый период, в котором водоснабжение г.Риги характеризуется постановкой разносторонних, научно-обоснованных разведочных работ, начался в 1946 г. с организацией Института геологии и географии. АН Латвийской ССР

В 1954-1955 г. Институтом "Латгипрогорстрой" (автор Видениек) был построен ^{первый} I ряд инфильтрационного водозабора водонасосной станции Балтэзерс. ^{второй} ряд этого водозабора был построен в 1959-1960 г. (водозабор расположен юго-восточнее оз. Балтэзерс (приложение № II)).

Среди работ, характеризующих общие гидрогеологические условия Латвийской ССР, следует отметить работы Синягина Г.М. (52)

Зуммера М.А. (16), Архангельского Б.Н.

В работах Синягина Г.М. < [redacted] > " Геология и гидрогеология Ладожско-Прибалтийской впадины " освещены основные вопросы образования и циркуляции подземных вод в условиях мульдобразного залегания палеозойских осадочных пород в Ладожско-Прибалтийской впадине.

В 1946-47 г. гидрогеологом Ленинградского Управления М.А. Зуммером на основании изучения литературною и архивного материала составлена пояснительная записка к Гидрогеологической карте Латвийской ССР масштаба 1:500 000, являющаяся сводной работой.

В комплексе карт даны карты водоносности четвертичных и коренных отложений, произведено гидрогеологическое районирование.

Работа Архангельского Б.Н. " Химизм и динамика подземных вод западной части главного девонского поля " является сводной работой по гидрогеологии Прибалтики. В ней впервые дается характеристика гидрогеологических и гидрохимических условий толщи палеозойских (Pz) отложений.

С 1949 по 1952 г. 5-м Геологическим управлением Министерства геологии и охраны недр СССР была проведена комплексная геолого-гидрогеологическая и почвенная съемка в масштабе 1:200 000 окрестностей Риги и близлежащих районов (Рижского, Огрского и Елгавского). На основании полевых исследований были составлены карты водоносности четвертичных пород и дано описание четвертичных вод по генетическим типам водовмещающих образований.

В 1958 году была издана карта грунтовых вод Европейской части СССР в масштабе 1:1500000 (с объяснительной запиской

и карте) под редакцией В.И.Духаниной, Н.В. Родионова и А.И. Семихатова. На данных картах показаны основные элементы грунтовых вод: глубина залегания, распространение, химический состав и проведено районирование грунтовых вод.

С 1958 по 1960 годы в Институте геологии по теме: " Гидрогеологические условия Латвийской ССР", кроме описания основных водоносных горизонтов палеозоя и мезозоя, были проведены полевые исследования, сбор фактического материала по четвертичным водам. На основании работ написан отчет, в котором приводится характеристика всех водоносных горизонтов Латвийской ССР.

Все вышеперечисленные работы, несмотря на несомненную ценность, дают недостаточно полную характеристику гидрогеологических условий исследуемого района, особенно в свете новых задач крупного централизованного водоснабжения гор.Риги.

Работы, посвященные изучению непосредственно гидрогеологии района, имеют общий характер и недостаточны для решения конкретных вопросов гидрогеологических изысканий источников водоснабжения для объектов с большим водопотреблением.

Работы по изучению гидрогеологических условий Рижского района и поисков новых источников водоснабжения города были продолжены Управлением геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР.

По результатам работ в 1959-1960 г.г. Шмельковым А.И. написан отчет " О результатах гидрогеологических изысканий источников водоснабжения г.Риги в районе Ремберги с подсчетом запасов грунтовых вод в сумме 24 тыс.м³/сутки.

В 1961-1964 г.г. съемочной партией Управления геологии проводится комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 по Рижскому листу и смежным районам.

По результатам гидрогеологических работ, проведенных в 1960-1961 г., Адамяном К.В. был написан отчет "Изыскания источников водоснабжения г.Риги в междуречьи Б.Юглы и Тумшупе" с подсчетом запасов грунтовых вод в сумме 16 тыс.м³/сутки.

Анализируя предварительные данные текущих исследований, следует отметить, что в целом гидрогеологическая обстановка благоприятствует дальнейшему развертыванию изысканий.

В результате первоочередных работ К.В.Адамяном и Л.Ф. Колоколовым написано "Предварительное заключение о гидрогеологических условиях на участке изысканий "Гаркалне-Югла", обосновывающих возможность использования напорных девонских вод в качестве дополнительного источника водоснабжения г.Риги.

До 1962 года, т.е. до начала производства геологоразведочных работ, результаты которых приводятся в настоящем отчете, непосредственно на участке разведки никаких изысканий, в какой-то мере связанных с геологией (геологосъемочных, геофизических, гидрогеологических, разведочных и т.п. работ), не производилось. Следовательно, с точки зрения геологической и гидрогеологической освещенности участок разведки был практически не изучен.

4. Характеристика выполненных работ.

При производстве изысканий на участке были выполнены следующие виды геологоразведочных и вспомогательных работ :

1. Гидрогеологические
2. Геофизические

3. Разведочное бурение
4. Лабораторные
5. Топографо-геодезические
6. Транспортировка грузов
7. Постройка временных зданий и сооружений.

1. В составе гидрогеологических работ выполнялись: гидрогеологическая съемка на площади 80 км², откачки, стационарные наблюдения, прокладка водопровода, изготовление и установка фильтров. Основной их объем падает на различного вида откачки. Всего за время работ произведено 2958,8 маш/смен откачек, которые по своему назначению распределяются следующим образом: пробные откачки 659,3 м/смен, опытные, в том числе эксплуатационные откачки - 2299,5 м/смен. Остальные работы, как гидрогеологическая съемка масштаба 1:25 000, стационарные наблюдения, прокладка водопровода, изготовление и установка фильтров и т.д. от общего объема гидрогеологических работ составляют 32% и в физическом выражении не приводятся.

2. В общем объеме работ на геофизические приходится всего 3284 руб., из них на гравиметрические работы 784 руб. и 2500 - на каротажные.

3. Значительный объем занимает разведочное бурение, метраж бурения распределяется следующим образом:

- а) ударно-механическое бурение ϕ до 273 мм - 4917 п.м.;
- б) ударно-механическое бурение ϕ более 273 мм 568 п.м.;
- в) вращательно-роторное бурение 1006 п.м.

4. Для характеристики исследуемых вод произведено 440 анализов, которые распределяются следующим образом:

химических анализов	- 315
бактериологических анализов	- 159
на содержание микроэлементов	- 23
Перло-люминесцентных анализов	- 31
На содержание сероводорода (кадмиевая зарядка)	- 12.

Прочие работы, которые в основном носят вспомогательный характер (топографические, горнопроходческие, транспорт, временные здания и сооружения), в общем объеме работ занимают незначительное место, а потому приводятся только в текстовом приложении № .

Стоимость выполненных работ в денежном выражении по отдельным видам в ценах сметы составляет :

1) Гидрогеологическая съемка масштаба 1:25 000	- 1,5 тыс. р.
2) Буровые работы	- 66,0 "
3) Гидрогеологические работы	- 142,6 "
4) Геофизические работы	- 3,2 "
5) Лабораторные исследования	- 0,6 "
6) Топогеодезические работы	- 0,5 "
7) Прочие работы	- 27,0 "

Общая сметная стоимость выполненных объемов работ составляет 242154 руб. (текстов.прилож. № 4).

ГЛАВА II. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА.

I. Геологическое строение.

Исследуемый район расположен в пределах северо-западной части Латвийской седловины. Геологическое строение изучено сравнительно хорошо и освещается во многих опубликованных и фондовых работах. Это позволяет ограничиться кратким изложением общепринятых в настоящее время данных по геологии района, необходимых для понимания его гидрогеологических особенностей.

Северо-западная часть Латвийской седловины выполнена мощной толщей осадочных пород кембрия, ордовика, силура, девона и четвертичными отложениями.

Докембрийские кристаллические породы фундамента залегают на глубине 800-1000 м.

Кембрийские, ордовикские и силурийские отложения сложены карбонатно-терригенными породами, мощностью 470-480 м. Эти отложения залегают глубоко и содержат высокоминерализованные воды и рассолы.

Девонские образования представлены кемерскими (D_2^{km}), пярнускими (D_2^{pr}), наровским (D_2^{nr}), тартуским (D_2^{tr}) и швентойским ($D_3^{šv}$) горизонтами.

Девонские отложения (D)

Образования девонского возраста на исследуемой территории распространены повсеместно, трансгрессивно залегают на отложениях силура. Они представлены карбонатно-терригенными породами кемерского, наровского, тартуского горизонта среднего

девона и швентойского горизонта верхнего девона и перекрыты четвертичными осадками.

Общая мощность девонских пород составляет 340-390 м. В пределах исследуемой территории буровыми скважинами вскрыта лишь верхняя часть наровского горизонта и тартуский горизонт среднего девона и породы швентойского горизонта верхнего девона, характеристика которых приводится ниже.

Наровский горизонт среднего девона ($D_2 nr$)

На участке разведки скважинами вскрыта только верхняя часть разреза наровского горизонта, представлены глинами и доломитизированными мергелями с прослоями песчаника и алевролита. По данным скважин, пройденных за пределами района изысканий, более глубокие части разреза сложены доломитами, доломитизированными мергелями и глинами с прослоями гипса (в нижней части разреза). Общая мощность пород горизонта составляет 109 (по скв. Адажи - Инчукалис).

Тартуский горизонт среднего девона ($D_2 tr$)

Отложения тартуского горизонта представлены песчано-глинистыми породами и залегают согласно на породах наровского горизонта. На дочетвертичную поверхность эти отложения не обнажаются. В нижней части горизонта залегают песчаники и пески красноватые, желтоватые, мелко- и среднезернистые, слюдистые, слабосцементированные с прослоями и линзами глин и алевролитов. Песчаники и пески в верхней части разреза -сероватые и красноватые, с чередованием глин и алевролитов. В верхней части тартуского горизонта в северном направлении от хут.Ани наблюдается увеличение глинистости. Общая мощность горизонта составляет 100-120 м.

Швентойский горизонт верхнего девона (D₃^{sv})

Породы швентойского горизонта распространены на всей территории района. Они залегают на породах тартуского горизонта и перекрываются четвертичными отложениями. На дневную поверхность они выходят в ряде мест в долине р. Гауи и в районе Саулкрасты по долине р. Браслава.

Горизонт представлен терригенными отложениями-песчаниками, глинами и алевролитами.

В швентойском горизонте выделяются две пачки - верхняя более песчаная и нижняя - глинистая. В районе исследования разрез нижней пачки представлен, в основном, светло-серыми песчаниками с прослоями глин и алевролитов. Песчаники - слабо- и среднесцементированные, от светлых до желтоватых и красноватых.

Верхняя часть разреза сложена чередованием пестроцветных песчаников, песков, алевролитов и глин. В данной пачке в северном и северо-восточном направлении наблюдается резкое увеличение глинистости. Мощность горизонта на участке разведки составляет 50-60 м.

Четвертичные отложения (Q)

Образования четвертичного возраста на описываемой территории имеют широкое распространение и повсеместно перекрывают девонские породы. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 70 м и более. На побережье Рижского залива, мощность четвертичных пород достигает 60-70 м; в Сигулдском районе и в г. Сигулда она колеблется от 0,2 до 50 м; на месторождении

гравия " Гаркале " - 11,4-18 м (левый берег р. Гауи); на участке детальной разведки " Каулини- Паунас" и " Стрелниэки"- от 6 до 40 м. В целом увеличение мощности четвертичных отложений происходит в западном направлении, в сторону Рижского залива. Широкое развитие четвертичных пород связано с деятельностью ледника и трансгрессиями Балтийского моря.

Стратиграфически четвертичные отложения на описываемой территории подразделяются на плейстоценовые и голоценовые, включающие несколько генетических типов осадков (граф. прил. №3).

П л е й с т о ц е н

Вюрмский комплекс (Q_{III})

Гляцигенные отложения ($gl Q_{III} w$)

Лимногляциальные отложения ($lgl Q_{III} w$)

Лимногляциальные дельтовые отложения ($lgl^d Q_{III} w$)

Г о л о ц е н (Q_{IV})

Отложения Балтийского ледникового озера ($lQ_{IV} bgl$)

Морские отложения Литоринового моря ($mQ_{IV} lit$)

Болотные отложения (pQ_{IV})

Эоловые отложения ($eol Q_{IV}$)

Аллювиальные отложения ($al Q_{IV}$)

Гляцигенные отложения вюрмского комплекса ($gl Q_{III} w$) в районе с. Мурьяни и х. Рудзиши образуют моренные холмы. На остальной части района работ моренные отложения повсеместно перекрыты более молодыми образованиями - озерно-ледниковыми, аллювиальными и современными и подстилаются песчаниками и глинами швентойского горизонта. Представлены гляцигенные отложения желтовато-коричневыми или буровато-коричневыми морен-

ными суглинками с примесью гравия, гальки и валунов кристаллических и осадочных пород. Мощность их колеблется от 3-5 (скв.23) до 20 (скв.126).

Лимногляциальные отложения ($lgl Q_{III} w$) на территории разведки распространены севернее х. Пусмуйжа, на остальной части района они перекрыты более молодыми образованиями и вскрываются разведочными скважинами. На участке от пос. Царни-кава до х. Боки лимногляциальные отложения представлены в верхней части - мелкозернистыми слюдистыми песками вниз по разрезу сменяющимися ленточными глинами и супесями. Мощность их - 22 м (скв. № № 6,89). Вверх по течению р. Гауя мощность данных отложений уменьшается. В этом же направлении происходит изменение литологического состава пород - пески, супеси и глины сменяются тонкозернистыми светло-серыми, слюдистыми песками.

Восточнее х. Боки лимногляциальные отложения отсутствуют. На участке от х. Ани до пос. Мурьяны лимногляциальные отложения перекрыты аллювиальными образованиями. Представлены эти отложения, в основном, светло-серыми и светло-коричневыми (ленточными) глинами. Мощность их колеблется от 3-6 м (скв. 25,30) до 25 м (скв.34). Лимногляциальные отложения залегают, в основном, на песчаниках и глинах швентойского горизонта ($D_3 \check{s}v$), местами - на гляцигенных образованиях (граф. прил. № 4^a).

Лимногляциальные дельтовые отложения ($lgl^d Q_{III} w$) локальных подпрудных бассейнов распространены в восточной части района севернее х. Ваверес, восточнее и южнее Бомиши. Представлены они более грубозернистым материалом и по своему грануло-

метрическому составу и характеру слоистости, не отличаются от дельтовых отложений Балтийского ледникового озера. Мощность этих образований не превышает 10 м.

Отложения Балтийского ледникового озера ($l Q_{IV} bgl$) распространены в западной части района работ (граф. прилож. № 4^a). В долине р. Гауи ^{они} были вскрыты скважинами под аллювиальными отложениями и представлены коричневатыми, красновато-желтыми, мелко- и среднезернистыми, глинистыми песками, мощностью от нескольких сантиметров (скв. 13) до 10 метров (скв. 89).

Увеличение мощности наблюдается в сторону Рижского залива, в этом же направлении среднезернистые осадки сменяются тонкозернистыми.

Подстилаются данные образования лимногляциальными песчаными и супесчаными породами, идентичными с отложениями Балтийского ледникового озера. Восточнее хут. Боки эти отложения отсутствуют. В районе Саулкарасти ^{они} ~~представлены~~ представлены более грубым материалом - гравелистыми песками, гравием и галькой отложений береговых валов различных стадий Балтийского ледникового озера. Крупнозернистый материал широко распространен также и в окрестностях с. Гаркаине. Данные отложения приурочены к абразионным формам Балтийского ледникового озера и дельтовым образованиям ($l^d Q_{IV} bgl$). Мощность крупнозернистых гравелистых песков с линзами мелкозернистых песков не превышает 7 м. На территории разведки эти отложения часто перекрываются болотными, эоловыми и аллювиальными отложениями.

~~Отложения~~ Отложения Литоринового моря ($m Q_{IV} lit$) распространены южнее пос. Адажи, в окрестностях Диманты, Царнигава, на левобережье в устьевой части р. Гауя. Площадь развития их

ограничена довольно хорошо выраженными абразионными уступами. Представлены они, в основном, песчано-гравийными осадками; в нижней части разреза - грубообломочным гравием, хорошо окатанной галькой, в верхней части - отсортированными - тонко- и мелкозернистыми слюдястыми и кварцевыми песками. Максимальная мощность отложений составляет 12-14 м. Подстилаются образования Литоринового моря песками Балтийского Ледникового озера, на отдельных участках - аллювиальными и моренными образованиями. В прибрежной части Рижского залива они перекрыты эоловыми и морскими пляжевыми отложениями.

Болотные отложения ($p Q_{IV}$) в районе работ пользуются широким развитием. Встречаются они севернее х. Силкални, на участке опытного водозабора " Гауя ", и представлены в разной степени разложившимися органическими остатками. Кроме того, на отдельных участках (в долине р. Гауя) встречаются погребенный торф в виде прослоев и линз в верхней части аллювиальных отложений (в старичных отложениях). На участке опытного водозабора " Гауя " мощность погребенного торфа местами достигает 2 м. На исследуемой территории болота, в основном, верховые.

Эоловые отложения ($eo Q_{IV}$) на территории исследований имеют широкое распространение. Они прослеживаются вдоль долины р. Гауи, где образуют дюнные холмы и массивы (севернее х. Сигули), в окрестностях х. Забаки, Иели, Пурмали, Каулини, Гаркалне), высотой от 1-2 м до 12-15 метров. Представлены эоловые отложения светло-серыми и желтовато-серыми, в основном, мелкозернистыми песками, которые перекрывают отложения Балтийского ледникового озера, аллювиальные наносы и образования Литори-

нового моря (в прибрежной полосе Рижского залива).

Аллювиальные отложения ($al Q_{IV}$) распространены на всей территории района работ и слагают пойму и надпойменные террасы долины р. Гауи. На участке от с. Мурьяни до хут. Ани аллювиальные отложения представлены неоднородными песками, в основном, мелко- и среднезернистыми, полевошпатовыми серовато-желтыми, с незначительной примесью (в нижней части разреза) гравия и гальки. Мощность их колеблется от 6-10 м (скв. 121, 113) до 12-15 м (скв. 38, 39). В окрестностях с. Мурьяни (граф. прил. ~~№ 4~~ № 4^a) скважинами № № 38 и 39 были вскрыты под мощным слоем лимноглициальных глин разнозернистые пески, мощностью от 6 до 15-20 м, относящиеся, по-видимому, к аллювиальным отложениям послеледникового времени ($al Q_{III}$) .

Ниже по течению р. Гауи, от х. Ани до пос. Царникава аллювий ($al Q_{IV}$) ^{при этом} представлен разнообразными литологическими разновидностями пород, наблюдается резкая смена гранулометрического состава осадков по направлению к Рижскому заливу. На участке от IV куста (скв. 79, 20) до излучины р. Гауи (опытного водозабора " Гауя ") аллювиальные отложения представлены в верхней части разреза мелко- и среднезернистыми песками с включениями и отдельными прослоями ила и торфа, в нижней части - разнозернистыми песками , с примесью (до 30%) гравийно-галечникового материала. Общая мощность аллювия на данном участке колеблется от 10 до 15 м. Вниз по течению р. Гауи, до пос. Царникава аллювий представлен, в основном, разнозернистыми песками с отдельными включениями мелкой гальки и гравия; наблюдается смена (в сторону Рижского залива) грубообломочного

материала тонкозернистым. В верхней части разреза на участке опытного водозабора " Гауя " и в окрестностях пос. Царникава (скв. II5, II6) встречаются старичные отложения - илы и торф.

Общая мощность аллювия составляет 12-15 м. Подстилаются аллювиальные отложения ($al Q_w$) на участке от Мурьяни до Ани озерно-ледниковыми глинами; на участке от х. Ани до пос. Царникава - песками Балтийского ледникового озера, местами моренными суглинками (граф. прил. № 4^a).

2. Краткая геоморфологическая характеристика.

Современный рельеф исследуемой территории имеет сложную и продолжительную историю развития. Он образовался в результате взаимодействия ледниковой аккумуляции, абразионной, эрозивной и аккумулятивной деятельности талых вод ледника. В послеледниковое время дальнейшее формирование рельефа происходило под влиянием различных стадий развития Балтийского бассейна, неотектоники, эрозии рек, а также эоловой и органогенной аккумуляции.

Большое значение при формировании современного рельефа имели особенности дочетвертичной поверхности. Современный рельеф в общих чертах повторяет контуры субчетвертичной поверхности, которая на территории района работ полого понижается в сторону Рижского залива. Около г. Сигулда кровля коренных пород имеет абсолютные отметки от +100 до +110 м, в районе пос. Мурьяни от +30 до +35 м, а в нижнем течении р. Гауи, в районе пос. Адажи - 55 м.

Абсолютные отметки современного рельефа в том же направлении уменьшаются от +120,0 до +5,0 м.

Территория исследованного района может быть разделена на две крупные геоморфологические области :

1. Область преимущественного развития гляциальных форм рельефа.

2. Область развития морских и озерных трансгрессий Балтийского бассейна.

Область развития гляциальных форм рельефа расположена восточнее береговой линии Балтийского ледникового озера. Абсолютные отметки здесь колеблются от +45 - + 60 м в районе Мурьяни до +25 - + 30 м в районе Инчукалнс. Южнее долины р. Гауя рельеф сравнительно однообразный и представлен, главным образом, лимногляциальной равниной, над которой поднимаются озовые гряды, участки камово-холмистого рельефа и донные массивы. Севернее долины р. Гауи рельеф имеет совершенно иной характер. Здесь наблюдается комплекс холмистых краевых форм рельефа, а равнины занимают незначительные площади.

Область развития морских и озерных трансгрессий Балтийского бассейна расположена западнее береговой линии Балтийского ледникового озера. Рельеф в пределах описываемого района представлен плоскими или полого волнистыми аккумулятивными равнинами, осложненными донными массивами и впадинами реликтовых озер.

Среди послеледниковых форм выделяются :

- 1) лимногляциальная равнина,
- 2) моренная равнина абрадируемая водами лимногляциальных бассейнов,

3) дельтовые аккумулятивные равнины.

На левом берегу р. Гауи лимногляциальная равнина граничит на западе с равниной Балтийского ледникового озера, на северо-востоке - друмлиновидными моренными холмами. Поверхность равнины слабоволнистая, амплитуды относительной высоты не превышают 3-5 м. Севернее р. Гауи лимногляциальная равнина занимает обширные понижения между краевыми формами на востоке и равниной Балтийского ледникового озера на западе. Местами на ее поверхности образовались болотные массивы и дюнные гряды. Плоская моренная равнина, абрадируемая водами тающего ледника наблюдается на левом берегу р. Гауи в районе пос. Инчукалнс и в районах хут. Леясброниты до х. Нукшас.

Одновременно с существованием озерно-ледникового бассейна происходила эрозионно-аккумулятивная деятельность р. Гауи. Рельеф дельтовой равнины слабоволнистый, с уклоном поверхности на юго-запад. Абсолютные отметки равнины колеблются от 50 до 65 м. К западу от Инчукалнской моренной равнины расположена более молодая дельтовая равнина, образование которой связано со следующей фазой отступления ледника. Поверхность этой равнины залегает на абсолютной высоте 30-35 м.

По мере отступления ледника перед его краем образовался большой бассейн талых вод - Балтийское ледниковое озеро. Наивысший уровень бассейна отмечается береговой линией Bgl¹ (Гринберг, 1957 г.).

На правом берегу р. Гауя, к северу от р. Пуска береговая линия в рельефе наблюдается в виде абразионного уступа, высотой около 5,0 м. В районе между р. Пуска и р. Гауя береговая линия Bgl¹ прослеживается по полосе дюн, выходя на склон

третьей надпойменной террасы р. Гауи на абсолютной высоте 19,0 м. Южнее р. Гауи эта линия проводится по подножью абразионного уступа у х. Бирзкалны. Примерно 5 км западнее от береговой линии Bgl_{II} наблюдается еще одна береговая линия Bgl_{III}

Береговая линия Bgl_{III} в северной части района проводится условно по полосе береговых дюн. У хутора береговая линия Bgl_{III} пересекает долину р. Гауя. При этом в долине наблюдается хорошо выраженная терраса (вторая надпойменная терраса р. Гауи), высота которой совпадает с высотой береговой линии (14 м). На левом берегу береговая линия Bgl_{III} проводится по полосе дюн между пос. Гаркалне и Улброка на абсолютной высоте около 15 м.

Примерно 6 км западнее береговой линии Bgl_{III} проходит береговая линия Литоринового моря, которая располагается на абсолютной высоте 5-6 м и является границей между песчаной - аккумулятивной равниной, связанной с гляциальными стадиями Балтийского ледникового бассейна, и областью распространения литориновых отложений, примыкающей к этой равнине со стороны Рижского залива.

Территория между береговой линией Bgl_{III} и береговой линией Литоринового моря представляет собой равнину, полого опускающуюся в сторону Рижского залива. Абсолютные отметки поверхности равнины меняются от +15 м в восточной - до +5 м - в западной ее части. Песчаный материал равнины, перемытый водами Балтийского ледникового бассейна легко поддавался воздействию ветра в результате чего на поверхности равнины Балтийского ледникового озера образовались обширные массивы дюн ^{со} сравнительно большой относительной высотой - от 12-25 м в северной части района

(правобережье р. Гауи) до 35-40 м в районе севернее пос. Гаркале. В пониженных местах равнины широко развиты верховые болота.

На большей части своего протяжения литориновая береговая линия морфологически выражена слабо. Со стороны суши параллельно этой линии протягиваются гряды древних береговых дюн, абсолютные отметки которых колеблются в пределах от 7 до 9 м.

Со стороны залива область распространения литориновых отложений представляет собой низменность, которая отделена от залива узкой полосой дюн.

Рельеф низменности характеризуется наличием береговых валообразных дюн и дюнных гряд, ориентированными параллельно современному берегу, наличием реликтовых озер (Балтэзерс, Дуню, Лиластес) и зарастающих стариц, р. Гауи в приустьевой ее части.

Д о л и н а р е к и Г а у и . Долина р. Гауи прорезает отложения четвертичной и девонской систем. На всем протяжении долина р. Гауи имеет большую глубину, в среднем от 40 до 60 м, а в районе г. Сигулда даже 80 м. Ширина долины меняется от 0,5 до 1,5 км. Склоны долины покрыты густой древесной и кустарниковой растительностью. Ложе древнего русла глубоко врезано в отложениях девонской системы и залегает на абсолютной высоте от - 45 м (в районе г. Сигулды) до - 55- - 60 м ниже уровня моря (в районе Мурьяни).

Современное русло р. Гауи сильно меандрирует по плоскому дну долины. Разработка современной долины в связи с сильной боковой эрозией продолжается еще и сегодня. Выходя в пределы Приморской низменности, долина р. Гауи становится более мелкой.

В нижней части течения ~~долина~~ ~~и~~ асимметричная: правый берег ее достигает высоты до 10 м (у хут. Забаки), левый - не превышает 3-5 м. В нижней части течения левый берег Гауи совпадает с границей литориновой трансгрессии.

В современной долине р. Гауи наблюдается кроме поймы еще три надпойменные террасы, относительная высота которых над средним уровнем воды следующая:

пойменная терраса	- 0,5-3,0 м
I-я надпойменная терраса	- 5,0-6,0 м
II-я надпойменная терраса	- 8,0-10,0 м
III-я надпойменная терраса	- 11,0-13,0 м.

Доминирующее место среди них на участке исследованной территории занимают пойма и первая надпойменная терраса.

Пойменная терраса в виде более или менее широкой полосы сопровождает один или оба берега р. Гауи почти на всей протяженности исследованного района, т.е. от пос. Мурьяни до пос. Адажи. На некоторых участках она эродирована и долину р. Гауи занимает надпойменная терраса. Поверхность террасы неровная, что обусловлено присутствием стариц, прирусловых валов. Старицы наиболее широко развиты на правом берегу ниже хутора "Иели" и на левом берегу ниже пос. Мурниeki, где ширина пойменной террасы достигает 1,5 км.

В литологическом строении террасы наблюдаются разнозернистые пески, гравий, супеси и включения торфа и ила. На правом берегу реки - в районе х. Паунас и на левом берегу - в районе Асны (южнее пос. Адажи) наблюдаются залежи гравия. Пойменная терраса покрыта разнообразным комплексом кустарниковой растительности, в более отдаленных от русла частях террасы появляется ольха, береза, у подножия первой террасы - сосна и ель.

Первая надпойменная терраса наблюдается разрозненными участками от пос. Мурьяни до канала Балтэзерс-Гауя. Повсеместно по обоим берегам реки она прослеживается лишь на участке Скуйбейтини - Каулини и имеет абсолютную высоту поверхности порядка + 5,0 м. Первая надпойменная терраса имеет явно выраженную бровку относительной высотой 1,5-2,5 м. Ширина террасы колеблется от 0,15-0,25 км в районе пос. Мурьяни до 0,8-1,0 км в нижней части течения, т.е. в районе проектируемого водозабора.

На первой надпойменной террасе, на участке Боки-Каулини, располагается основная часть трассы проектируемого водозабора. Поверхность террасы изрезана старицами. Старицы первой пойменной террасы достигают ширины 30-50 м и значительной длины - до 1,0 км (у хут. Стуриши). Обычно старицы небольшими ручейками соединяются с основным руслом и всегда заполнены водой. От пос. Мурьяни до хут. Бомиши террасы эродированы в песчаных швентойского горизонта. В литологическом строении террасы участвуют песок, гравий, галька, органические включения. В отложениях террасы наблюдается влияние наводков, так как терраса, если не каждый год, то почти регулярно, через каждые 10 лет залируется водой. Местами встречаются супеси и плотные глины коричневатого-серого цвета (с включением органики), мощность которых в районе х. Рудзиши достигает 2,0-2,5 м. Терраса покрыта хвойным лесом (сосна, ель) и кустарником, среди которого преобладает верба.

Первая надпойменная терраса выклинивается на высоте 5-6 м. На правом берегу первая надпойменная терраса выклинивается к югу от х. Забаки, на левом - к западу от х. Жагари, где она

переходит в равнину Литоринового моря. Следовательно, первая надпойменная терраса образовалась во время существования Литоринового моря в Атлантический период.

Вторая надпойменная терраса наблюдается только в восточной части исследуемого района. Она выклинивается асимметрично на участке Инчукалнс-Гаркалне на правом берегу к северо-западу от х. Балтэс, на левом — в районе х. Кажоки. В районе х. Кажоки вторая надпойменная терраса отклоняется от р. Гауи в южном направлении и северо-восточнее ж.д. ст. Ропажы, в районе х. Грики переходит в равнину Балтийского ледникового озера.

Средняя ширина террасы 150-200 м, относительная высота ее уступа 1,0-1,5 м. Склон террасы пологий и слабо выражен в рельефе. Абсолютная высота поверхности террасы колеблется от 12,0-15,0 м. Поверхность террасы неровная, изрезана многочисленными старицами. Литологический состав пород, слагающих террасу — песок, гравий, галька. Органические включения встречаются редко. В отдельных местах песчано-галечный материал переслаивается с глиной. На основной площади своего распространения — от пос. Мурьяни до х. Вец-мурьяни она врезана в отложения швентойского горизонта девонской системы, а в районе х. Балтэс — в моренных отложениях вюрмского комплекса.

Третья надпойменная терраса занимает сравнительно небольшую площадь в районе восточной части исследуемого района. Терраса наблюдается, как на правом, так и на левом берегу, на участках, где происходила усиленная боковая и глубинная эрозия, эта терраса размыта. Она прослеживается отдельными разрозненными участками от пос. Мурьяни до х. Вецмурьяни. Третья надпойменная терраса выклинивается на абсолютной высоте 17-19 м на

правом берегу выше х. Скроки, а на левом — несколько ниже х. Гауземниеки. Место выклинивания третьей террасы можно связывать с наивысшим уровнем Балтийского ледникового бассейна. Ширина террасы обычно не превышает 100-150 м и только в районе х. Вецмурьяны достигает 300 м. Поверхность террасы ровная с небольшим уклоном в сторону Гауи. В отдельных местах, на поверхности террасы наблюдаются мелкие озера.

3. Гидрогеологические условия

Грунтовые воды низовьев долины р. Гауи, приуроченные к отложениям четвертичной системы, в настоящее время изучены довольно полно, напорные воды коренных отложений — значительно хуже. Гидрогеологические условия района частично освещены в материалах съемки масштаба 1:200 000 (Огрский лист), охватывающей Северо-Латвийскую покатость и часть долины р. Гауи. По результатам съемки написан сводный отчет (10), в котором приводится краткая характеристика четвертичных и напорных подземных вод и построена гидрогеологическая карта масштаба 1:200 000.

По данным гидрогеологического районирования, исследуемый район расположен в западной части Латвийского артезианского бассейна. В толще осадочных пород, выполняющих артезианский бассейн, распространены подземные воды — пресные, минерализованные и рассолы. Пресные воды приурочены к тартуско-швентойскому водоносному комплексу девона и четвертичным отложениям. Подстилающие же их пярнуско-стонишкяйский водоносный комплекс среднего и нижнего девона и карбонатно-терригенные породы силура, ордовика и кембрия содержат минерализованные воды и рассолы, непригодные для водоснабжения.

В данной подглаве приводится характеристика лишь подземных вод четвертичных отложений и краткое описание подстилающего их швентойско-тартуского водоносного комплекса девона.

Водоносность четвертичных отложений

На исследуемой территории в зависимости от условий залегания и распространения четвертичных отложений можно выделить следующие водоносные горизонты и комплексы :

водоносный горизонт болотных отложений ($p Q_{IV}$) ;

водоносный горизонт эоловых отложений ($eo Q_{IV}$) ;

водоносный горизонт аллювиальных отложений ($al Q_{IV}$) ;

водоносный комплекс аллювиальных отложений Балтийского ледникового озера и лимногляциальных образований вюрмского комплекса ($al Q_{IV} + l Q_{IV} bgl + lgl Q_{III} w$) ;

воды спорадического распространения песчаных и супесчаных линз в толще морен вюрмского комплекса ($gl Q_{III} w$) .

Водоносный горизонт болотных отложений ($p Q_{IV}$) . Воды болотных отложений в ~~районе~~ районе работ имеют широкое распространение. Водообильность болотных образований невелика и колеблется от 0,01 до 0,3 л/сек. Воды горизонта пресные, ультрапресные, минерализация их составляет не более 0,2-0,3 г/л. В данных водах наблюдается большое содержание азотистых соединений, коли-титр очень низкий.

Водоносный горизонт эоловых отложений ($eo Q_{IV}$) . Эоловые образования, слагающие, главным образом, возвышенные участки рельефа-гряды, бугры и холмы, обычно водопроницаемые, но практически безводные породы. Глубина залегания подземных вод зависит от формы и высоты

рельефа и колеблется в больших пределах, обычно превышая 4-5 м. Водоносные породы эоловых отложений, в основном, подстилаются водонасыщенными песчаными и супесчаными отложениями Балтийско-го ледникового озера и Литоринового моря и образуют с ним единый водоносный горизонт грунтовых вод.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений ($al Q_{IV}$). Подземные воды аллювиальных отложений на участке разведки распространены повсеместно и вскрыты рядом скважин. В районе пос. Мурьяни и ниже по течению р. Гауи до х. Боки ~~р. Гауи~~ ~~водные~~ приурочены к надпойменным террасам. Водоносный горизонт аллювиальных отложений представлен здесь, в основном, мелко- и среднезернистыми песками с отдельными включениями гравийно-галечникового материала. Мощность водоносного горизонта колеблется от 5 до 8-10 м. Максимальная мощность встречена на участке УШ и ІХ опытных кустов (скв. 98,32,15,25). Подстилаются водонасыщенные аллювиальные породы водоупорными глинами лимногляциального ($lg1 Q_{III} w$) и гляцигенного происхождения ($gl Q_{III} w$), мощностью от 1-2 м до 20-25 м (скв. 39,36). Глубина залегания грунтовых вод не превышает 6-8 м, в среднем 3-4 м.

Водообильность аллювиальных отложений на участке изменяется в больших пределах и зависит от мощности и гранулометрического состава водовмещающих пород. Дебиты скважин колеблются от 3,3 л/сек до 13,1 л/сек. Удельные дебиты от 1,5 л/сек до 3,2 л/сек. Наибольшей обводненностью обладают среднезернистые пески аллювия ($al Q_{IV}$), распространенные на участке УІ, УШ и ІХ опытных кустов. Производительность скважин здесь составляет

13, I- 18 л/сек (скв. 16 оп.) удельный дебит 3,2- 4 л/сек.
(граф. прил. № 6; 7).

Водоносный комплекс аллювиальных отложений Балтийско-ледникового озера и лимногляциальных образований вюрмского комплекса ($al Q_{iv} + l Q_{iv} bgl + lgl Q_{iii} w$). Вниз по течению р. Гауи от хут. Боки до пос. Царникава аллювиальные отложения, слагающие пойму и надпойменную террасу, подстилаются песками Балтийского ледникового озера ($l Q_{iv} bgl$) и лимногляциальными песками ($lgl Q_{iii} w$). Аллювиальные воды имеют гидравлическую связь с нижележащими водоносными породами и образуют единый водоносный комплекс грунтовых вод, мощностью от 8-10 м до 30-35 м (скв. 105, 112). Увеличение мощности водоносного комплекса происходит в сторону пос. Царникава (граф. прил. № 4^a).

Подстилаются водоносные породы водоупорными моренными глинами ($gl Q_{iii} w$), мощностью от 10 до 15 метров. Глубина залегания зеркала грунтовых вод зависит от рельефа местности и колеблется от 1,5 до 3-4 м. Увеличение глубины залегания зеркала грунтовых вод происходит в сторону коренного берега и вверх по течению реки, на участках высоких надпойменных террас. В основном же воды этого комплекса залегают на глубине 3 м. При неглубоком залегании грунтовых вод пойма местами заболачивается. Водообильность пойменных и надпойменных террасовых отложений при благоприятных условиях питания, большой мощности и благоприятном составе может быть значительной. Дебит скважин, вскрывающих этот водоносный комплекс, колеблется от 5-8 л/сек до 20-25 л/сек, удельные дебиты от 0,5-3 л/сек до 6-8 л/сек.

Наибольшие дебиты скважин наблюдаются вблизи р. Гауи и на участках распространения базального слоя аллювия, наименьшие - в удалении от реки и на участках, сложенных мелкозернистым материалом. Так, в районе IV опытного куста (правый берег р. Гауя) удельный дебит скважин при удалении от реки на 250 м изменяется от 4-5 л/сек до 0,5-1 л/сек.

В целом же, [redacted] оказалось, что наибольшей обводненностью обладают аллювиальные отложения ($al Q_{IV}$), распространенные на правом берегу р. Гауи - на участках " Паунас-Каулини ", II-го опытного куста (излучина р. Гауи) и " Иели ".

Грунтовые воды пойменной и надпойменных террас имеют достаточно ^{хорошо} выраженную связь с рекой. Питание их осуществляется, главным образом, за счет атмосферных осадков, вод четвертичных и коренных отложений, поступающих со стороны склонов и речных вод (во время паводков). Разгрузка подземных вод происходит в сторону р. Гауи (граф.прилож. № 4).

Качественная характеристика грунтовых вод дается на основании многочисленных проб, взятых из скважин и р. Гауи. По солевому составу эти воды близки к составу [redacted] воды р. Гауи. В основном - это ультрапресные, пресные, мягкие, гидрокарбонатные, кальциево-магниевые воды, минерализацией не больше 0,3 г/л. В данных водах, [redacted] на участках распространения старичных отложений, наблюдается повышенное содержание аммиака, достигающее 0,5-0,6 мг/л, общего железа и сероводорода. На участке опытного водозабора " Гауя " в некоторых скважинах содержание общего железа достигает 6-10 мг/л (скв. 1,2), сероводорода 0,3-0,4 мг/л. В основном же в подземных водах содер-

жание азотистых соединений, сероводорода и общего железа не превышает нормы ГОСТов "Вода питьевая" и "Источники централизованного водоснабжения". По бактериологическому ^{составу} ~~составу~~ грунтовые воды отвечают санитарным нормам.

Воды спорадического распространения песчаных и супесчаных линз в толще морен вюрмского комплекса ($q_1 Q_{III} w$). Подземные воды глицигенных отложений приурочены к восточной части района работ, в окрестностях с. Мурьяны и х. Рудзиши. Воды, залегающие в этих отложениях распространены спорадически. Мощность водоносных слоев (прослоек и линз) составляет не более 4-5 метров. Дебиты колодцев не превышают 0,1-0,3 л/сек. Подземные воды глицигенных образований обладают местным напором. Данные воды используются, в основном, для хозяйственно-питьевых нужд хуторов.

Швентойско-тартуский водоносный комплекс ($D_3 \check{S}v + D_2 tr$)

Отложения швентойско-тартуского комплекса в районе работ распространены повсеместно и представлены терригенными породами - песчаниками, песками, алевролитами и глинами, мощностью порядка 160-180 м. Глубина залегания швентойско-тартуского водоносного комплекса колеблется от 10 м (скв. 23) до 50-60 м (скв. 89). В районе г. Сигулды эти отложения пререзаются долиной р. Гауи и выходят на дневную поверхность. Водонасыщенными породами являются песчаники, мелко- и среднезернистые, слабо- и среднецементированные, мощностью порядка 70-90 м. Этот комплекс повсеместно залегает на водоупорных породах наровского горизонта среднего девона ($D_2 nr$), мощность которых составляет

100-109 м. На участке разведки швентойско-тартуский водоносный комплекс в основном перекрыт водоупорными породами -валунными глинами ($gl Q_{III} w$) и лимногляциальными глинами ($lgl Q_{III} w$) мощностью от 3 м до 15-20 м (^{граф.} прилож. № 4^a). Подземные воды, залегающие в швентойско-тартуском комплексе - напорные. Величина напора составляет 20-30 м. Глубина залегания пьезометрического уровня колеблется от 4 до 7-8 м. Некоторые скважины самоизливающиеся (скв. 235 и 20-А), расположенные в долине реки . Высота самоизлива достигает 1,5 м. Дебит скважин колеблется от 6-8 л/сек до 10-15 л/сек, удельный дебит от 0,8- до 1,5 л/сек. Фильтрационные свойства водовмещающих пород меняются в зависимости от их литологического состава. Коэффициент фильтрации песчаников и песков швентойско-тартуского комплекса колеблется от 4-5 до 6-7 м/сутки.

Область питания швентойско-тартуского водоносного комплекса можно отнести к участкам, где швентойско-тартуские породы обнажаются и пополняются инфильтрационными атмосферными водами. Кроме того, питание их местами происходит за счет вышележащих водоносных горизонтов и поверхностных вод.

Разгрузка напорных вод происходит, главным образом, в северо-западном и западном направлении в сторону Рижского залива, местами в вышележащие водоносные горизонты, в долину р. Гауи. По химическому составу напорные воды являются пресными, умеренно жесткими с сухим остатком не более 1 г/л. Содержание общего железа в воде не превышает 0,4 мг/л. По солевому составу (по формуле Курлова) напорные воды швентойско-тартуского комплекса относятся к типу гидрокарбонатно-кальциево-магниевых вод.

4. Обоснование выбора участка под детальную разведку.

В результате проведенной предварительной разведки по объекту "Гауя" и обработки полевых материалов [REDACTED] было выяснено, что наиболее перспективным участком для детальной разведки является правый берег р. Гауи — район от х. Ани до х. Иели, протяженностью 8 км.

Выбранный участок, расположен в весьма благоприятных геоморфологических, геологических и гидрогеологических условиях. Породы, слагающие пойму и надпойменную террасу правобережья р. Гауи, представлены разнозернистыми песками с гравием и галькой, характеризующимися хорошей водопроницаемостью и водообильностью. Мощность их достаточно велика и колеблется от 8-10 м до 25-30 м, с увеличением в сторону Рижского залива.

Дебиты скважин (на выбранном участке) колеблются от 6-10 л/сек до 20-25 л/сек, удельные дебиты от 3,0 до 7-10 л/сек, в зависимости от мощности пласта и гранулометрического состава пород. Наибольшей водообильностью обладают аллювиальные отложения — базальный слой (мощностью от 8-10 до 15 м). Грунтовые воды залегают сравнительно близко ^{от} поверхности земли (от 1,5-2 до 4 метров) и легко доступны для эксплуатации.

По качественной характеристике инфильтрационные воды вполне пригодны для водоснабжения.

Выбранный участок расположен в малонаселенном районе, в весьма благоприятных санитарно-технических условиях. Участок под детальную разведку согласован с заказчиком — трестом "Водоканал" и проектным институтом "Латгипрогорстрой" и гл.врачом санэпидстанции г.Риги и др. заинтересованными орга-

низациями.

5. Существующие условия водоснабжения и характеристика действующих водозаборов.

Водоснабжение г. Риги в настоящее время осуществляется за счет использования грунтовых вод, а также путем искусственной инфильтрации воды из оз. Балтэзерс.

На трех находящихся в эксплуатации водозаборах (Балтэзерский, Закомуйжский и Рембергский) суммарный суточный водозабор составляет приблизительно 145 тыс. м³/сутки. Кроме того, для водоснабжения используются напорные воды девонских отложений из одиночных скважин с суммарным дебитом 60 тыс. м³/сут.

Для характеристики существующих условий водоснабжения города Риги приводится сводная таблица по опыту эксплуатации подземных вод (табл. № 7). Приведенные в сводной таблице данные опыта многолетней эксплуатации дают возможность сделать основные выводы из опыта эксплуатации :

1) Наиболее интенсивно используются в настоящее время грунтовые воды четвертичных отложений преимущественно в долинах рек, причем основное питание водозаборные скважины получают за счет инфильтрации поверхностных вод. Именно в таких условиях отбираются в настоящее время 145 тыс. м³/сут, из общего количества отбора 205 тыс. м³/сут.

2) Опыт эксплуатации водозаборов показывает, что на эксплуатационных участках расстояние между скважинами выбрано в среднем 75-100 м, глубина эксплуатационных скважин, в среднем составляет 25-30 м. Дебит одной скважины с учетом взаимодействия и при понижении уровня всего на 6-7 м составляет 8-10 л/сек.

Для данных гидрогеологических условий - это заниженные расходы, ибо можно создать большие понижения уровней и увеличить дебит скважин в среднем до 12-15 л/сек. Однако, существующие системы водозаборов сифонного типа не позволяют этого сделать.

8) Средняя глубина скважин, заданных на напорные воды, составляет 120-130 м. На этих глубинах скважины вскрывают только верхи известково-карбонатного водоносного горизонта, т.е. на всю возможную мощность пресных вод. В централизованном водозаборе при эксплуатации принято расстояние между скважинами 350-400 м, средний дебит скважин при взаимодействии и понижении уровня на 15 м составляет 4-6 л/сек.

Все скважины эксплуатируются в условиях не установившейся фильтрации - именно поэтому на скважинах отмечается тенденция падения уровня при эксплуатации. Так, за последние 12 лет уровень понизился на 12-15 метров при суммарном отборе 50-60 тыс. м³/сут.

Ввиду реальной угрозы подсоса морских вод на территории г. Риги в настоящее время специальным Постановлением запрещено бурение новых скважин и увеличение водоотбора из существующих.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СУЩЕСТВУЮЩИХ УСЛОВИЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА РИГИ
характеристика эксплуатации напорных вод коренных пород

Таблица № 7.

№ п/п	Индекс эксл. гориз.	Условия эксплуатации	Количество артскважин эксл. в г. Риге	Количество артскважин, эксл. за пределами г. Риги	Средняя глубина скважин в метр.	Время эксл.	Средний дебит в л/сек	Средняя величина понижения в метрах	Суммарный (Q) дебит в м ³ /сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	D ₂ tr D ₃ šv D ₃ srg	Децентрализованное	19 (D ₂ tr) 28 (D ₃ šv+D ₂ tr) 192 (D ₃ šv) 1 (D ₃ srg) 3 (D ₃ srg+D ₃ šv)	Суммарно грунтовые воды четвертичных отложений и напорные воды девона составляют 200 шт.	30 - для центральных 100 - для коренных	Бурились с 1931 по 1962	3-4	В г. Риге - величина понижения в центре депрессии 15 м В краевой части 6 - 7 м За пределами г. Риги 5 - 6 м	По г. Риге 970 л/сек 60 тыс. м ³ /сут За пределами г. Риги в радиусе до 50 км 60 тыс. м ³ /сут.
			Итого: 243						

Характеристика эксплуатации грунтовых вод четвертичных отложений

№ п/п	Название и место расположения водозабора	Индекс эксл. гориз.	Характер водоснабжения	К-во скв.	Средняя глубина скважин в метрах	Время эксплуатации	Средний дебит в л/сек	Средняя величина понижения в метрах	Величина радиуса депрессионной воронки, м	Качество воды	Суммарный (Q) дебит водозабора на 1962 г. в тыс. м ³ /сут.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Балтэзерский, расположенный восточнее озера Балтэзерс	m Q _{iv} lit	Централизованный	50	30	1904 г.	8-9	5	1600 м	Сухой остаток до 0,3 г/л HCO ₃ ⁻² , Ca ⁺² , Mg ⁺²	40 тыс. м ³ /сут
2.	Закумуйжа, расположенный между р.р. Криевупе и Тумшупе	lgl Q _{iv} w	"	31-33	26	1936	10	5	1500 м	Сухой остаток 0,2-0,4 HCO ₃ ⁻² , Ca ⁺² , Mg ⁺²	22 тыс. м ³ /сут.
3.	Ремберги, расположенный в 24 км	l Q _{iv} bgl	"	33	20	1962	9-10	4	1500 м	Сухой остаток 0,2-0,3 HCO ₃ ⁻² , Ca ⁺² , Mg ⁺²	13 тыс. м ³ /сут.

Характеристика условий инфильтрационного водозабора

Место расположения водозабора	Характер водоснабжения	К -во скв.	Время эксплуатации	Средняя величина понижения в метрах	Качество воды	Суммарный (Q) дебит водозабора на 1962 г. в м ³ /сутки
1	2	3	4	5	6	7
В 22 км от Риги, восточнее озера Балтэзерс	Методом налива в специальные бассейны Централизованное водоснабжения	190	1953 г.	5,70	Сухой остаток 0,3-0,4 НСО ₃ С М	65 тыс. м ³ /сутки

Отпечатано - 5 экз.
Исп. КОЛОКОЛОВ Л.Ф.
Печ. № 55
с печ. 27
28 марта 1965 г.
Б.Н.И.

ГЛАВА III. МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗВЕДОЧНЫХ И ОПЫТНЫХ РАБОТ

Принцип выделения площади и участков под разведку

В генеральной схеме водоснабжения г. Риги максимально допустимый радиус строительства будущих водозаборов был принят равным 45 км от административных границ города. Это положение определило район разведочных работ, предусматривающих возможное выявление дополнительных эксплуатационных запасов подземных вод, приуроченных к четвертичным и девонским отложениям, на площади равной 2000 км² и необходимость оценки перспективности отдельных участков для постановки на них разведки, обусловленных значительными размерами исследуемой территории.

К началу полевых работ на этой территории было выделено семь перспективных участков, на которых проектировалось производство предварительной разведки подземных вод. Выбирались они по результатам обобщения имеющихся материалов и рекогносцировочного обследования района.

Намеченные под разведку участки были согласованы с Заказчиком — Исполнительным комитетом Совета депутатов трудящихся г. Риги — и другими заинтересованными организациями — Латвийским государственным институтом проектирования городского хозяйства (" Латгипрогорстрой "), Институтом геологии Академии Наук Латвийской ССР, Санитарно-эпидемиологической станцией г. Риги, Комитетом по рациональному использованию и охране природных ресурсов Совета Министров Латвийской ССР, а также с Латвийским государственным институтом проектирования промышленных предприятий (" Латгипропром ") .

Выбор рассматриваемого в настоящем отчете участка Гауя под предварительную разведку осложнялся тем, что к началу разведочных работ авторы практически не располагали конкретным геологическим материалом по району разведки. Так, геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 территории, в пределах которой находится рассматриваемый участок, была только начата, а разведочных и эксплуатационных скважин, пробуренных в этом районе, за исключением н.п. Мурьяни и Сигулда, не было.

Несмотря на то, что в Технико-экономическом докладе по водоснабжению г. Риги, составленном институтом "Латгипрогорстрой" район р. Гауи оценивался, как малоперспективный, с основной объем гидрогеологических изысканий намечено было сосредоточить в долине Гауи.

Целесообразность постановки изысканий в этом районе определялась тем, что при рекогносцировочном обследовании долины, выполненном во время составления проекта, установлено широкое развитие песчаных отложений, а значительные количества воды, суммарным дебитом порядка 150-250 тыс.м³/сутки, могли быть получены только из сосредоточенных водозаборов инфильтрационного типа.

Кроме того, необходимость проведения изысканий в долине р. Гауи диктовалась следующими предпосылками :

- 1) экономической эффективностью стоимости геологоразведочных работ ;
- 2) экономической эффективностью стоимости водозаборных сооружений ;
- 3) возможностью использования для ^{частичной} подачи воды по существующему напорному трубопроводу;

4) благоприятными условиями для организации зон санитарной охраны ,

5) фактором времени- поскольку на разведку были установлены очень сжатые сроки.

МЕТОДИКА РАЗВЕДКИ

В методическом плане весь комплекс геологоразведочных работ был направлен на выявление гидрогеологических условий долины р. Гауи. Конечной целью проводимых работ на участке являлась оценка эксплуатационных запасов грунтовых вод по промышленным категориям с одновременным получением качественных гидрогеологических материалов, необходимых для обоснования проектов строительства новых водозаборных сооружений инфильтрационного типа.

Геологоразведочные работы на участке были проведены в две стадии :

- 1) предварительная разведка,
- 2) детальная разведка.

Предварительная разведка участка

Основной задачей предварительной разведки являлось выяснение гидрогеологических условий участка с целью оценки его перспективности. Последнее требовало изучения фильтрационных свойств водоносных пород, условий формирования естественных ресурсов и предварительной оценки эксплуатационных запасов по категории $C_1 + C_2$ (как исключение по категории В).

Результаты, полученные в ходе предварительной разведки, должны были послужить обоснованием постановки в дальнейшем

детальных исследований на выбранном участке трассы водозабора, при условии согласования с проектными организациями этого участка.

Для решения вышеупомянутой задачи на стадии предварительной разведки были произведены следующие основные виды работ :

1. Крупномасштабная гидрогеологическая съемка на площади участка в масштабе 1:25 000 .
2. Геофизические методы исследования - поисковые по площади и каротажные.
3. Буровые работы - бурение разведочных скважин.
4. Гидрогеологические работы -предварительное опробование водоносного горизонта пробными откачками.
5. Наблюдение за режимом подземных вод.
6. Качественное опробование подземных вод (изучение химического и бактериологического состава).
7. Топографические работы на площади участка.
8. Камеральная обработка полевых и лабораторных материалов.

Крупномасштабная гидрогеологическая съемка

Гидрогеологическая съемка масштаба 1:25 000 была проведена в нижнем течении р. Гауи на всей площади участка разведки. Она рассматривалась в качестве одного из методов поисковых работ, позволяющих установить общие гидрогеологические закономерности условий формирования подземных вод и площадь распространения аллювиальных образований. Гидрогеологическая съемка должна была обосновать также выбор участка под детальную разведку.

Геофизические методы разведки

Геофизические исследования методом гравиразведки предшествовали разведочному бурению. Ставились они с целью выявления и прослеживания древних погребенных долин. По своему характеру гравиметрические работы являлись опытно-производственными, так как на территории Латвийской ССР проводились впервые.

Принципиальная возможность прослеживания древних погребенных долин была выяснена работами А.Ш. Файтельсона, а также работами Геофизической партии по прослеживанию четвертичного вреза в районе Акнисте. Прослеживание врезов гравиразведкой определяется различием плотностей четвертичных и коренных отложений и их мощностью. Работа производилась гравиметром ГАК-ИТ № 773. Рядовая съемка по предварительно разбитым профилям проводилась шагом 50 м и 100 м с 50 % повторением точек при обратном ходе.

Буровые работы

Для решения поставленных задач в стадии предварительной разведки проектировалось бурение 33 разведочных скважин, из них ³ глубиной до 250 м для изучения водоносности девона и 30 — глубиной, в среднем, до 60 м для исследования вод четвертичных отложений, приуроченных к долине реки.

Бурение поисковоразведочных скважин выполнялось по профилям, пересекающим долину реки вкрест ее протяжения. Расстояние между профилями ориентировочно было принято (см. граф. прил. №8) 3-4 км. Скважины на профилях располагались на расстоянии 50-100 м от уреза воды в реке. При этом на каждом из профилей бурилось по 4 скважины, по 2 скважины на каждом берегу.

В первую очередь бурились скважины вблизи от реки, и в зависимости от их результатов, определялось местоположение и целесообразность бурения фланговых. Схема расположения профилей и порядок последовательности проходки скважин показаны на графическом приложении № 8. Во всех скважинах по мере вскрытия водоносных горизонтов производилось их опробование.

Для изучения характера взаимосвязи между грунтовыми и напорными водами отдельные скважины бурились до кровли первого водоносного горизонта, приуроченного к девонским отложениям.

В зависимости от назначения скважин и требований, предъявляемых к результатам бурения, на стадии предварительной разведки для каждого вида скважин (поисковые, разведочные, картировочные) была принята однотипная конструкция.

Бурение производилось ударным способом станком УГБ-50А.

Гидрогеологические работы

На первой стадии поисковых работ из всех разведочных скважин производились преимущественно пробные откачки и реже опытные. Они были предназначены для предварительной оценки вскрытых водоносных горизонтов, для сравнительной характеристики водообильности пород на различных участках, а также для определения фильтрационных свойств водоносных пород и для обоснования проектирования опытных и опытно-эксплуатационных откачек.

Пробные откачки производились на I-2 понижения. Продолжительность откачек для безнапорных водоносных горизонтов составляла 2-3 или 4-5 смен на одно понижение, в зависимости от granulометрического состава пород, слагающих водоносный горизонт.

СХЕМА скважин режимной сети

1:25000



ГРАФИК
режимных наблюдений по объекту "Гауя"

NN СКВАЖ. И КУСТОВ	РАССТ. ДО РЕКИ В М	1963 год												1964 год												1965 год											
		Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
16	10.7											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
6	17.5																																				
10	35.4											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
13	70											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
15	75											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
81	150											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
5	150																																				
2	160																																				
235a	260																																				
11	265											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
8	288											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
18	300											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
1	340																																				
41	370											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
17	375											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
21	395											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
14	450											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
19	775											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
9	775											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
12	-											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														

Составила: *Яссон Р.А.* (Яссон Р.А.)
Копировал: *Сметков В.Д.* (Сметков В.Д.)

Откачки производились компрессором ЗИФ-55.

Наблюдения за режимом подземных вод

Для возможности оценки эксплуатационных запасов подземных вод на весь расчетный срок водопотребления были организованы наблюдения за режимом подземных вод. Учитывая крайне скатые сроки разведки, режимные наблюдения были начаты уже на стадии предварительной разведки, чтобы иметь возможность получить годовой (законченный) цикл режимных наблюдений. С этой целью разведочные скважины бурились с таким расчетом, чтобы одновременно часть из них могла быть использована в качестве скважин режимной сети. Этим, возможно, и объясняется не совсем удачный выбор сети режимных скважин.

В режимную сеть на площади 2,0 км² вошла 21 наблюдательная скважина. Размещение скважин представлено на плане (граф. приложение №). Скважины располагались таким образом, чтобы имелась возможность получить полное представление о формировании подземных вод и их режиме на всей площади участка, для чего скважины располагались как в непосредственной близости от реки, так и на ^{некотором} удалении от нее. Уровневые наблюдения проводились через двое суток, в одни и те же часы, с одновременным измерением температур воды и воздуха. При разведке ограничились небольшим комплексом наблюдений, но позволяющим в кратчайшие сроки решить конкретные задачи :

- 1) закономерность сезонных изменений уровня грунтовых вод ,
- 2) взаимодействие отдельных элементов режима грунтовых вод

3) характер взаимосвязи изучаемых грунтовых вод с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами.

Качественное опробование подземных вод

Из всех разведочных скважин, с целью определения качества и санитарной оценки грунтовых вод, на всей площади предварительной разведки отбирались пробы на химический и бактериологический анализы. Как правило, отбирались одна проба на химический анализ и одна на бактериологический анализ.

Камеральная обработка полевого и лабораторного материалов.

В результате камеральной обработки полученных материалов был сделан промежуточный подсчет эксплуатационных запасов подземных вод с последующим оперативным рассмотрением его на ИТС Управления совместно с заинтересованными организациями. Это позволило уточнить методику детальной разведки, а соответственно и объемы работ в физическом и денежном отношении.

ДЕТАЛЬНАЯ РАЗВЕДКА УЧАСТКА

Под детальную разведку был намечен участок между хуторами Паунас-Каулини, расположенный на правом берегу р. Гауи, перспективность которого была установлена на стадии предварительной разведки.

Главной задачей на этой стадии являлось определение эксплуатационных запасов грунтовых вод по промышленным категориям А+В, а также детальное изучение геологии и гидрогеологии участка, с целью получения данных необходимых для проектирования водозаборных сооружений и зон санитарной охраны.

В силу вышеизложенного, основные объемы приходились

на следующие виды работ :

- 1) Бурение гидрогеологических, наблюдательных и разведочных скважин.
- 2) Опытные и опытно-эксплуатационные откачки.
- 3) Качественное опробование подземных вод (изучение бактериологических свойств и химического состава).

Бурение гидрогеологических, наблюдательных и разведочных скважин

На стадии детальной разведки было пробурено 30 разведочно-эксплуатационных (гидрогеологических) скважин, 128 наблюдательных и разведочных и 5 гидрогеологических-на напорные воды девонских отложений.

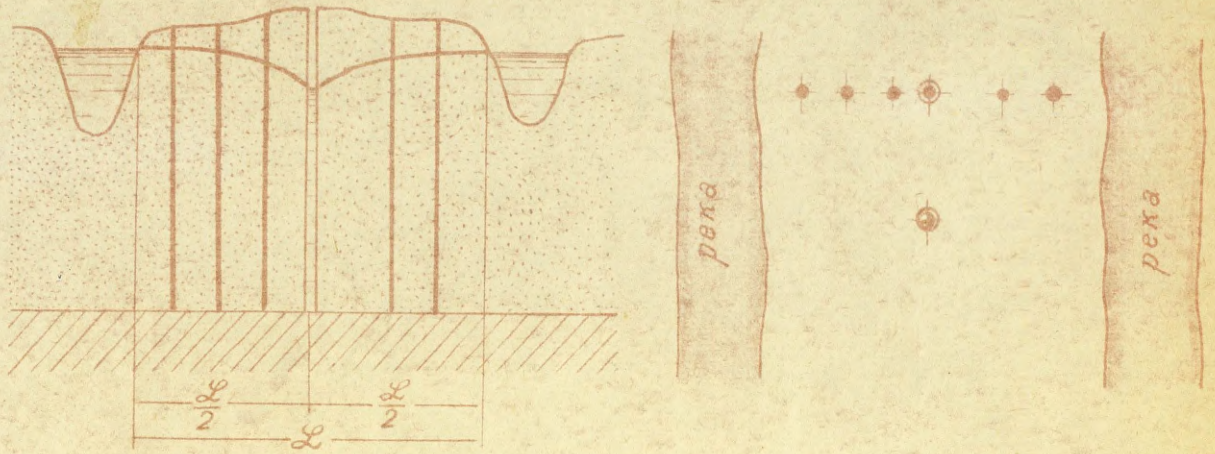
Гидрогеологические скважины предназначались для производства длительных и более мощных опытных откачек и получения расчетных гидрогеологических параметров для оценки эксплуатационных запасов воды по промышленной категории.

Гидрогеологические скважины бурились, в основном, на опытных кустах, местоположение которых было определено по данным предварительной разведки, применительно к конкретной схеме будущего водозаборного сооружения. Кроме того, они бурились между опытными кустами в виде одиночных скважин с 2-3 наблюд. скв. Средняя глубина гидрогеологических скважин составляет 20 метров. Начальный диаметр 12-10", с посадкой блочно-керамического фильтра на 6" перфорированной трубе, реже - сетчатого фильтра ϕ 8". Бурение производилось станком ударно-механического бурения УКС-22 м.

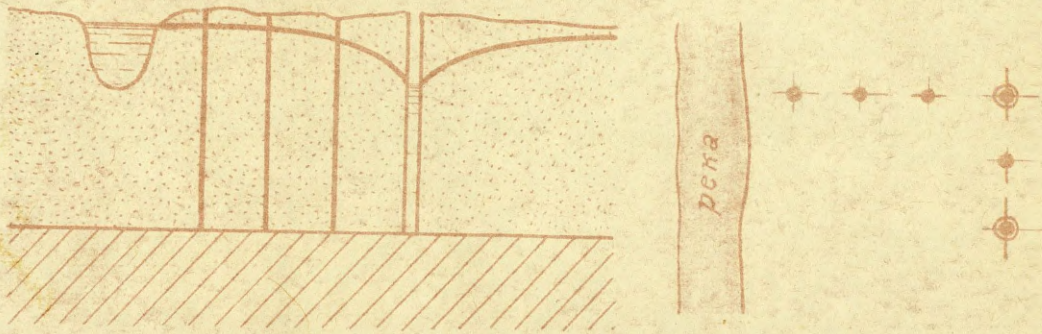
СХЕМА

ТИПОВ КУСТОВ ОПЫТНЫХ ОТКАЧЕК

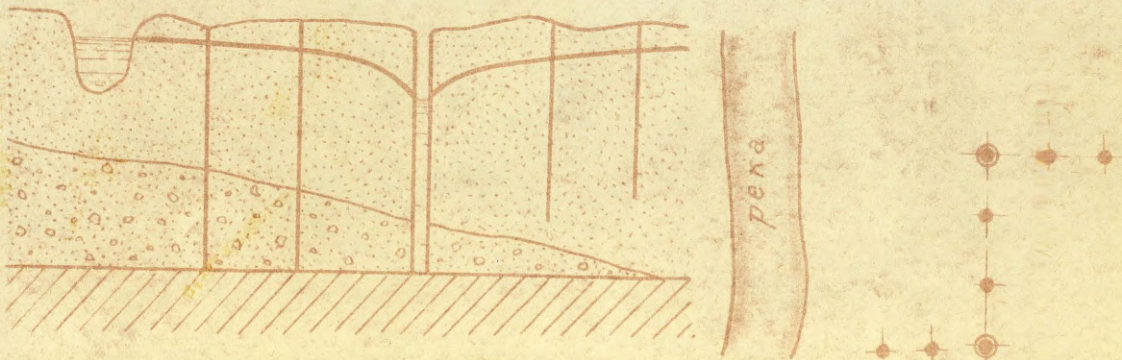
I.



II.



IV.



Опытные кусты располагались на проектируемых трассах водозаборных сооружений. В зависимости от гидрогеологических условий, опытные кусты были сооружены в 4-х вариантах, а именно (граф прил. № 10):

- 1) для условий с односторонним питанием;
- 2) для условий с двухсторонним питанием;
- 3) для условий с меняющимся — комбинации трех вышеуказанных типов.

Опытные кусты состояли обычно из одной центральной и нескольких наблюдательных скважин, расположенных по одному-двум, реже-трем лучам. С двумя-тремя наблюдательными скважинами на каждом.

Наблюдательные скважины бурились с целью наблюдений за колебаниями уровня, химизма, наблюдений за развитием депрессионной воронки, радиуса влияния во время опытных и групповых откачек, получения данных для построения карты гидроизогипс и др. Глубина наблюдательных скважин определялась глубиной залегания водоносного горизонта, его мощностью и литологическим составом. Для получения гидрогеологического разреза на всю мощность водоносного горизонта, а также для более правильного определения глубины посадки фильтров, скважины в отдельных случаях бурились до водоупора (в выборочном порядке).

Конструкция наблюдательных скважин была принята однотипная: начальный диаметр бурения ϕ 168-127 мм, с последующей посадкой сетчатых фильтров ϕ 108-89 мм, длиной 5-3 м.

Для возможности расчета взаимодействующих скважин на кусте бурилась вторая гидрогеологическая скважина.

В целях создания больших понижений, близких к эксплуатационным, а также концентрированного водостбора, путем которого

можно было выявить взаимосвязь грунтовых и поверхностных вод, на некоторых опытных кустах количество гидрогеологических скважин было увеличено до четырех. В этом случае скважины бурились на расстоянии 5 м друг от друга.

Методика опытных откачек

Достоверность оценки эксплуатационных запасов подземных вод во многом зависит от правильности определений при гидрогеологических условиях расчетных параметров-коэффициентов фильтрации и уровнепроводности. Обычно расчетные параметры определяются по данным одиночных и кустовых откачек. При разведке инфильтрационных водозаборов при прочих равных условиях предпочтение следует отдать кустовым откачкам, так как последние дают возможность одновременно решать и другие вопросы.

Опытные откачки из одиночных гидрогеологических скважин были проведены с целью определения фильтрационных свойств разнородных песков, производительности скважин при различных величинах понижений, а также изучения зависимости дебита от понижения, удельного дебита и радиуса влияния.

Групповые опытные откачки одновременно из 3-4 гидрогеологических однотипных скважин ~~были~~ были произведены для определения взаимодействия, коэффициента снижения дебита, с целью выбора наиболее оптимальных условий для получения расчетных параметров водозаборного сооружения. Одновременно при этом были изучены условия взаимосвязи поверхностных и подземных вод. Таковы общие методические установки при производстве опытных откачек.

Качественное опробование подземных вод.

Если на первой стадии качественное опробование носило площадный характер — изучалась общая санитарная характеристика подземных вод на всей площади, а химизм подземных вод изучался в естественных условиях, то на стадии детальной разведки качественное опробование приняло уже несколько другое направление. При этом основное внимание было направлено на решение задач, которые можно сформулировать следующим образом :

1) изменение химического состава грунтовых вод при длительных откачках ;

2) изменение бактериологического состава по
а) сезонам года ;
б) в зависимости от расстояния скважины до реки.

3) изменение химического состава воды при смешении ее с другими водами. В соответствии с этим и строилась методика отбора проб и наблюдений, в зависимости от типа откачки (продолжительность понижения и т.п.). В первом случае прослеживалось применение одного компонента (либо группы их) в зависимости от отбора и его продолжительности. Во втором — наблюдения за сезонными колебаниями коли-титра, а также очень важный опыт, при котором была сделана попытка определить оптимальное расстояние скважины от поверхностного водотока, при котором происходит полная биологическая очистка воды, поступающей в опытную скважину. Третий опыт носил сугубо производственный характер. Заключался он в разбавлении воды опытного водозабора, содержащей повышенные количества железа, с водой других водозаборов и производства соответствующих наблюдений за его изменением в городской водопровод.

ГЛАВА IV. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
" ПАУНАС — КАУЛИНИ "

Исследуемый участок располагается на правом берегу реки Гауи и выше ее излучины, узкой полосой тянется вдоль берега до х. Паунас. Высота пойменной и надпойменной террасы над уровнем р. Гауи колеблется от + 5,0 м до + 7,5 м. Ширина участка 250-300 м, длина 5000 м. В геологическом строении месторождения принимают участие палеозойские и четвертичные отложения.

Палеозойские породы на исследуемой территории повсеместно перекрыты четвертичными образованиями и вскрываются скважинами на глубине от 27,5 м (скв. 20-А) до 47,0 м (скв. 64), или в абсолютных отметках — 13,0 — — 40,0 м. Глубина залегания девонских отложений увеличивается в сторону Рижского залива от — 13,0 м на востоке до — 40 м на западе (скв. 64).

Палеозойские отложения представлены кембрийскими, ордовикскими, силурийскими и девонскими породами, суммарной мощностью 400-450 м (по данным глубоких скважин Инчукалнса).

На участке разведки скважинами вскрыты четвертичные и подстилающие их отложения швентойского горизонта верхнего девона. Это обусловлено задачами разведочного бурения, направленными на выяснение химического состава, запасов, режима грунтовых вод, частично их взаимосвязи с подстилающим швентойско-тартуским водоносным комплексом. Поэтому нами приводится характеристика четвертичных и швентойских отложений верхнего девона.

Швентойский горизонт ($D_3 \check{S}v$)

Швентойские отложения на участке разведки вскрыты глубокими скважинами № № 235 (в интервале от 35 м до 90 м) и 236

(в интервале от 30 м до 85 м). Они залегают на породах тар-туского горизонта среднего девона и перекрываются четвертич-ными образованиями. Породы описываемого горизонта частично эродированы и оставшаяся часть их составляет 50-60 м. Пред-ставлен этот горизонт терригенными отложениями -- песчаниками, глинами, в меньшей мере алевролитами, претерпевающими значи-тельные фациальные изменения. По литологии пород в швентойском горизонте выделяются две пачки - верхняя, более песчаная и нижняя - глинистая.

Верхняя часть более песчаной пачки представлена (скв. 236) фиолетовыми и коричневыми глинами с прослоями зеленого и серого алевролита. Мощность ее 10,0 м. Ниже по разрезу гли-нистые породы сменяются песчаниками от светло-серых до корич-невато-бурых. Песчаники мелкозернистые, средне- и слабосцемен-тированные, цемент железистый и известковистый. Песчаники в основном кварцевые и полевошпатовые, мощность их 17,0 м. В нижней части пачки - чередование пестроцветных плотных глин, алевролитов, среднесцементированных песчаников, мощностью 12,0 м. В западном направлении глинистые породы (верхней пачки) сменяются песчаниками, светло-серыми и коричневато-бурыми, слабо - и среднесцементированными, мелкозернистыми (скв. 236).

Нижняя пачка сложена чередованием пестроцветных плотных глин, алевролитов, с отдельными прослойками и включениями коричневатых и бурых слабосцементированных мелкозернистых пес-чаников, мощностью 24,0 м. В западном направлении в разрезе доминирующее значение приобретают песчаные породы. Залегание пород моноклиналиное.

Четвертичные отложения (Q_{IV})

Четвертичные образования развиты повсеместно и перекрывают верхнедевонские отложения. Мощность четвертичных пород варьирует от 20,0 м (на востоке) до 47,0 м (на западе). На участке разведки выделяются следующие генетические типы четвертичных отложений (граф. прил. № 11) :

- 1) гляцигенные отложения ($gl Q_{III} w$),
- 2) лимногляциальные отложения и отложения Балтийского ледникового озера ($lgl Q_{III} w + l Q_{IV} bgl$),
- 3) аллювиальные образования ($al Q_{IV}$).

Г л я ц и г е н н ы е о т л о ж е н и я ($gl Q_{III} w$) на участке разведки распространены повсеместно. На дневную поверхность они не выходят и вскрываются скважинами на глубине от 12,0 м (скв. 20-А) до 40,0 м (скв. 64), соответственно в абс.отм. - от 3,0 - 4,0 до -35,0 м. Глубина залегания этих образований увеличивается вниз по течению р. Гауи, в сторону II опытного куста (опытного водозабора " Гауя ").

Гляцигенные отложения залегают на породах швентойского горизонта верхнего девона и перекрываются более молодыми образованиями различных генетических типов. Они представлены серыми, серовато-коричневыми и коричневатобурными плотными суглинками с содержанием гравия и валунов до 10-20 %. Грубообломочный материал представлен доломитами, плотными кварцевыми песчаниками, гранитами, порфиритами.

Мощность гляцигенных отложений колеблется от 6-10 м (скв. 41,20-А) до 14-17,0 м. Максимальная мощность была вскрыта на участке У опытного куста (скв. 22,126).

Лимногляциальные отложения и отложения Балтийского ледникового озера ($lgl Q_{III} W + lQ_{IV} bgl$).

Стратиграфическое расчленение отложений Балтийского ледникового озера и лимногляциальных образований сравнительным однообразием литологического состава, что обусловлено аналогичными условиями образований. В связи с этим данные отложения рассматриваются совместно.

Эти образования были вскрыты скважинами ниже по течению р. Гауи от х. Боки (У оп. куст), на остальной части месторождения они отсутствуют. Представляются они моренными валунистыми суглинками ($gl Q_{III} W$) и перекрываются аллювиальными отложениями ($al Q_{IV}$). Лимногляциальные образования и отложения Балтийского ледникового озера представлены, главным образом, мелко-реже, среднезернистыми песками.

В верхней части этого комплекса пески светло-серые, местами серые, однородные, мелкозернистые, слюдяные, в меньшей мере кварцевые и полевошпатовые. Пески - водонасыщенные. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 8-12 м (скв. 6 оп, 100 и 8).

Нижняя часть разреза сложена разнозернистыми, в основном среднезернистыми, водонасыщенными песками от светло-серых до розовых. Пески, главным образом, кварцевые и полевошпатовые, с отдельными включениями плоскокатанного гравия и гальки кристаллических и осадочных пород. Мощность слоя достигает 6-8 м (скв. 8, 100). Увеличение мощности пород этого комплекса происходит вниз по течению р. Гауи в направлении излучины р. Гауи, в этом же направлении мелко- и среднезернистые пески

сменяются супесчаными и, частично, глинистыми породами (^{граф.} приложение № 11).

Аллювиальные отложения ($al Q_{IV}$)
 На участке разведки аллювиальные образования пользуются широким развитием. На участке от УІ оп.куста до У оп.куста они подстилаются моренными валунными суглинками ($gl Q_{III} w$), на остальной территории — мелкозернистыми песками Балтийского ледникового озера ($l Q_{IV} bgl$) (граф. прилож. № 11). По направлению к коренному берегу р. Гауи аллювиальные отложения сменяются мелко- и среднезернистыми песками Балтийского ледникового озера ($l Q_{IV} bgl$) (граф. прилож. № 4^a), представлены аллювиальные отложения террасовыми и современными речными образованиями — песками, гравием, галечником, реже глинами. Верхняя часть разреза аллювия сложена в основном тонко- и мелкозернистыми песками. Цвет их меняется от темно-коричневого до желтовато-коричневого и желтого. Пески, в основном, слюдистые, кварцевые, однородные с глубины 1,5-2,0 м водонасыщенные. Мощность этого слоя колеблется от 2,0 до 4,0 м. Максимальная мощность этих отложений наблюдалась в районе І и У кустов.

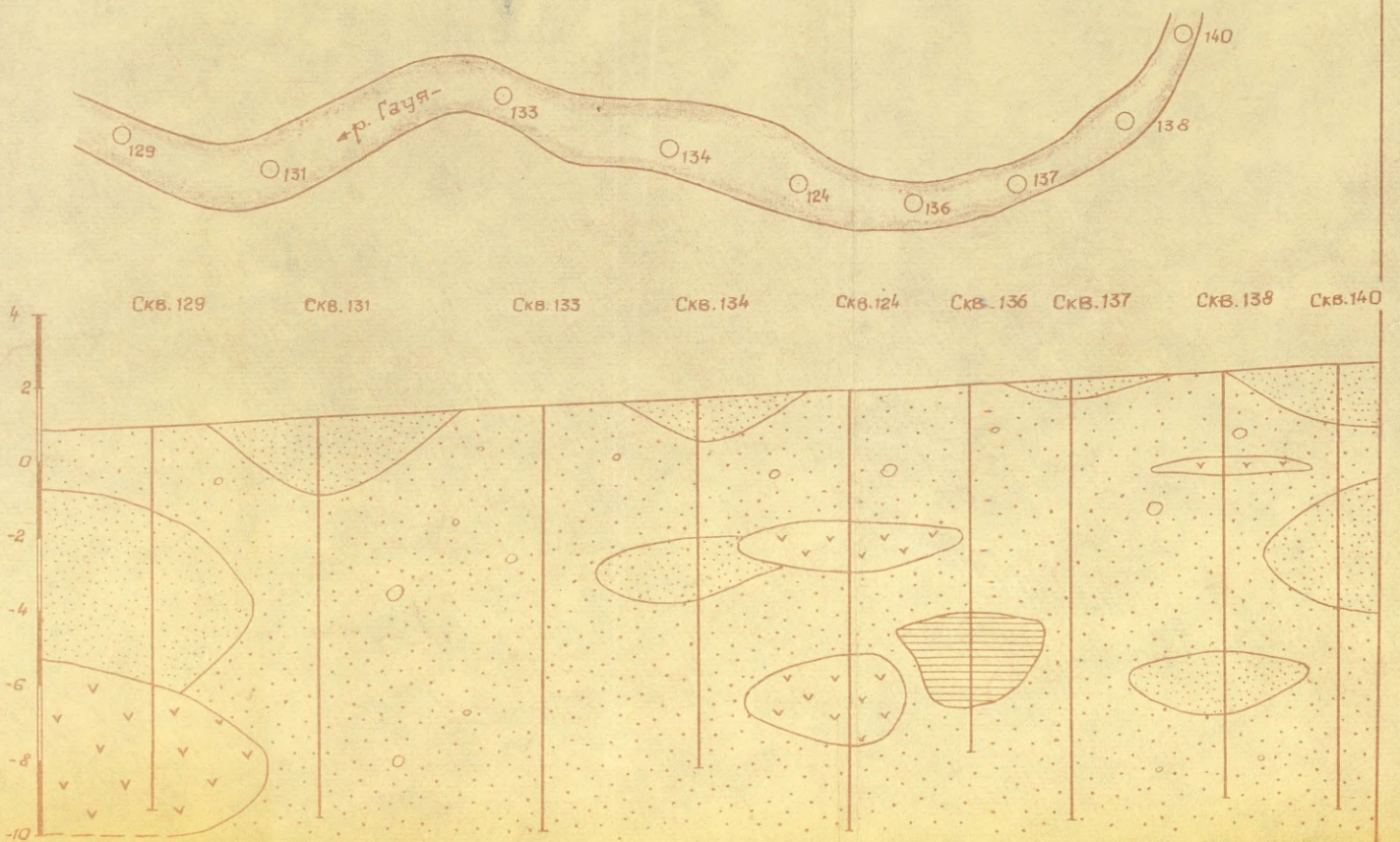
Нижняя часть разреза аллювиальных пород представлена грубозернистым материалом. Это — пески светло-серые и желтовато-коричневые, кварцевые, полевошпатовые, реже слюдистые, водонасыщенные. По механическому составу они, главным образом, средние и крупнозернистые, местами встречаются гравелистые. Содержание гравийно-галечникового материала достигает 20-30 %. Галька и гравий состоят из осадочных и кристаллических пород. Характерны для данного слоя косая слоистость и невыдержанность

СХЕМАТИЧЕСКИЙ РАЗРЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ ГАУИ

УЧАСТОК ПАУНАС-КАУЛИНИ



УЧАСТОК ИЕЛИ-ПУРМАЛИ



гранулометрического состава, как по мощности, так и по простиранию. Мощность слоя колеблется от 8,0 (скв. 83) до 12-13 м (скв. 22, 79), последняя вскрыта на участке У опытных кустов. Общая мощность аллювиальных отложений варьирует от 10 до 16-17 м, с увеличением в сторону 1 и II опытного куста. На отдельных участках в аллювиальных образованиях встречаются прослойки илистых, торфяных и глинистых пород, отложенных в старицах р. Гауи. В излучине р. Гауи (II оп. куст) мощность погребенного торфа достигает 2,0 м (скв. 1, 213).

Породы, слагающие русло р. Гауи, представлены, главным образом, песчаными отложениями. В верхней части разреза пески среднезернистые, однородные, мощностью от 1,2 до 6 м (граф. прил. № 45).

В нижней части разреза - разнозернистые пески с содержанием гравийно-галечникового материала. Мощность их колеблется от 2 (скв. 13-а) до 7 м (скв. 4). В восточной части участка среди песчано-гравелистых отложений встречаются отдельные линзы илистых и глинистых пород, мощностью не превышающей 2 м.

Таким образом, четвертичные отложения представлены, в основном, двумя разновидностями пород - суглинистыми и глинистыми водоупорными породами ($gl Q_{III} w$), мощностью более 5,0 м и песчаными водонасыщенными породами различных генетических типов четвертичных образований - аллювиальными ($al Q_{IV}$), отложениями Балтийского ледникового озера ($L Q_{IV} bgl$) и лимногляциальными ($lgl Q_{III} w$), мощностью от 10 до 35 м, с увеличением мощности вниз по течению р. Гауи.

ГЛАВА У. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
" ПАУНАС- КАУЛИНИ "

Подземные воды на участке детальной разведки приурочены к девонским и четвертичным отложениям.

Швентойский водоносный горизонт ($D_3 \check{S}v$) повсеместно на участке перекрыт водоупорными породами ($gl Q_{III} w$), мощностью более 6,0 м. Поэтому напорные воды не могут влиять на условия питания и формирования вышележащих четвертичных вод.

Описание швентойского водоносного горизонта с достаточной полнотой дано в главе " Гидрогеологические условия района работ " и в настоящей главе не приводится. Подземные воды четвертичных отложений на участке " Паунас - Каулини " распространены повсеместно. Они приурочены к аллювиальным, лимногляциальным, а также отложениям Балтийского ледникового озера и образуют единый водоносный комплекс грунтовых вод. Водоносными породами являются разнозернистые пески с содержанием гравийно-галечникового материала, мощностью от 8 м (на востоке участка) до 32-35 м (на западе), с увеличением в сторону опытного водозабора " Гауя " (граф. прилож. №11)

Водонасыщенные породы в верхней части разреза (комплекса) представлены крупнозернистым материалом - базальным слоем аллювия ($al Q_{IV}$). Пески здесь, в основном, средне- и крупнозернистые, с содержанием гравия и гальки до 10-20 %, мощностью от 8 м (скв. 83, на востоке участка) до 14-15 м (скв. 81, 100 на западе).

Абсолютные отметки подошвы этого слоя колеблются от 5,34 (скв. 83) до - 12,8 м (скв. 81). Перекрыт базальный слой

мелкозернистыми однородными песками аллювия.

В районе опытного водозабора в этой части разреза (базаль- ного слоя) распространены старичные отложения — глины, илы и торф, общей мощностью до 2-3 м, и воды здесь приобретают на- пор местного характера.

Нижняя часть водонесущих песчаных пород представлена более мелкими фракциями. Пески, главным образом, мелко- и сред- незернистые, однородные, мощностью от нескольких сантиметров до 13 м (скв. 8 на западе). Распространены они от излучины реки (опытно-экспериментального водозабора) до кут. Баки (У оп.куст). На остальной части участка они отсутствуют.

Водоупорным ложем грунтовых вод являются моренные валунные суглинки ($gl Q_{III} w$). Мощность их колеблется от 6-10 м (скв. 41, 20-А) до 14-17 м (скв. 13 оп., 68). Глубина залегания водоупорного слоя колеблется от 10,0 м (скв. 83 — на востоке участка) до 36-38 м (скв. 8, 64 — на западе) или в абс. отметках -3,34 м (скв. 83) и -29,76 м (скв. 8).

Глубина залегания грунтовых вод зависит, главным образом, от высоты поймы и надпойменных террас р. Гауи. На участке от излучины р. Гауи (опытный водозабор " Гауя ") до IV оп.куста, где надпойменные террасы низкие, воды находятся близко от поверхности земли на глубине от 1,0 до 1,8-2,0 м, в районе распространения сравнительно высоких террас, между I-III опытным кустом (скв. 7оп) и VI оп. кустом (скв. 9оп) от 2,2 м до 3,0 м. Абсолютные отметки ^{грунтовых} зеркала вод на участке " Наунас-Кау- лини " колеблются от +3,83 м на западе (скв. 81) до +5,07 м (на востоке (скв. 83).

Глубина залегания уровня грунтовых вод увеличивается по мере удаления от русла р. Гауи.

Результаты опытных работ

В результате проведенных опытных откачек были получены данные, характеризующие водособильность, водопроницаемость, устойчивость дебитов скважин во времени, полноту и скорость восстановления уровня и степень взаимосвязи речных вод с грунтовыми водами оцениваемого участка.

Все данные, освещающие условия проведения и результаты откачек, приведены на листах опытных откачек (граф.прилож. № № 6; 7; 2-20). Журналы откачек приведены в текстовых приложениях.

Фактические дебиты скважин и соответствующие им понижения, полученные при откачках, сведены в приведенную ниже таблицу (таблица 8).

Как следует из таблицы, производительность скважин колеблется в пределах от 11,9 л/сек до 22,4 л/сек. Удельный дебит колеблется от 2,43 до 4,20 л/сек.

По графикам зависимости дебита от понижения уровня видно, что снижение дебита при увеличении понижения происходит по кривой, а снижение удельного дебита по прямой линии (граф.прил. № 41).

Таблица 8

Результаты опытных откачек

№ скв.	Расстояние до реки м.	H м	Понижение	Величина на пониж. м	Дебит л/сек	Удельный дебит л/сек
1	2	3	4	5	6	7
IВ	II7	25.7	I	1.70	7.14	4.20
			II	3.44	14.80	4.20
			III	3.98	16.70	4.20
IВ	4I	23.0	I	4.06	10.40	2.56
			II	4.95	12.00	2.43

I	2	3	4	5	6	7
			I	1,21	10,1	8,85
			II	1,80	15,0	8,28
2	I27	21,40	III ✓	2,75	22,4	8,14
			I	1,61	10,20	6,88
			II	2,89	15,00	6,27
7	I27	18,8	III ✓	3,20	19,60	6,12
			I ✓	3,64	15,8	4,20
			I	1,43	9,50	6,55
			II	2,58	16,50	6,52
22	I30	11,4	III ✓	3,21	20,00	6,28
			I	1,80	10,00	5,50
I4	I7	9,18	II ✓	2,78	14,80	5,10
			I	2,88	6,50	2,79
II	68	8,80	II ✓	4,29	11,90	2,78
			I ✓	3,10	15,62	5,04
			I	1,19	10,0	8,40
			II	1,18	15,1	8,40
3	I21	22,10	III ✓	2,20	17,8	8,10
			I	6,00	15,1	25,2
4	I20	22,0				
			I	1,48	9,0	6,1
5	99	40	II ✓	3,16	19,2	6,1
			I	1,68	5,2	3,1
I7	I04	40	II ✓	5,81	16,7	3,1
			I	1,88	7,58	4,10
			II	2,75	11,4	4,10
I6	66	11,4	III ✓	3,56	13,1	3,67

8, 21, 23
20, 19, 6

Результаты групповых откачек

№ куста и откачиваемых скважин.	Величина понижен. м.	Д е б и т		Удельн. дебит л/сек
		л/сек	м ³ /сутки	
I куст				
I	5,64	17,86	1548	3,17
20	5,78	26,32	2274	4,56
7	4,92	18,00	1555	3,66
19	4,78	28,90	2497	6,05
Суммарный дебит		91,08	7869	
У куст				
22	4,90	20,40	1763	4,17
23	5,66	16,20	1400	2,86
24	5,63	19,00	1647	3,37
Суммарный дебит		55,60	4810	
IV куст				
18	4,24	14,70	1270	3,47
6	4,64	17,80	1538	3,88
Суммарный дебит		32,50	2808	
II куст				
3	2,94	15,88	1329	5,23
4	6,20	15,10	1305	2,44
Суммарный дебит		30,48	2634	

Данные групповых откачек, произведенных одновременно из четырех скважин на I опытном кусте из двух скважин на II и IV опытных кустах и из трех скважин на У опытном приведены в табл. № 9 .

Как видно из таблицы, производительность скважин по сравнению с результатами одиночных откачек очень высокая и находится в пределах от 15 до 29 л/сек. Из этого следует, что при оборудовании эксплуатационных скважин фильтрами более совершенной конструкции и большего диаметра можно значительно увеличить дебит скважин при эксплуатации водозабора.

Результаты опытных и групповых откачек показали, что наиболее водообильными являются участки I, II, IV и V опытных кустов.

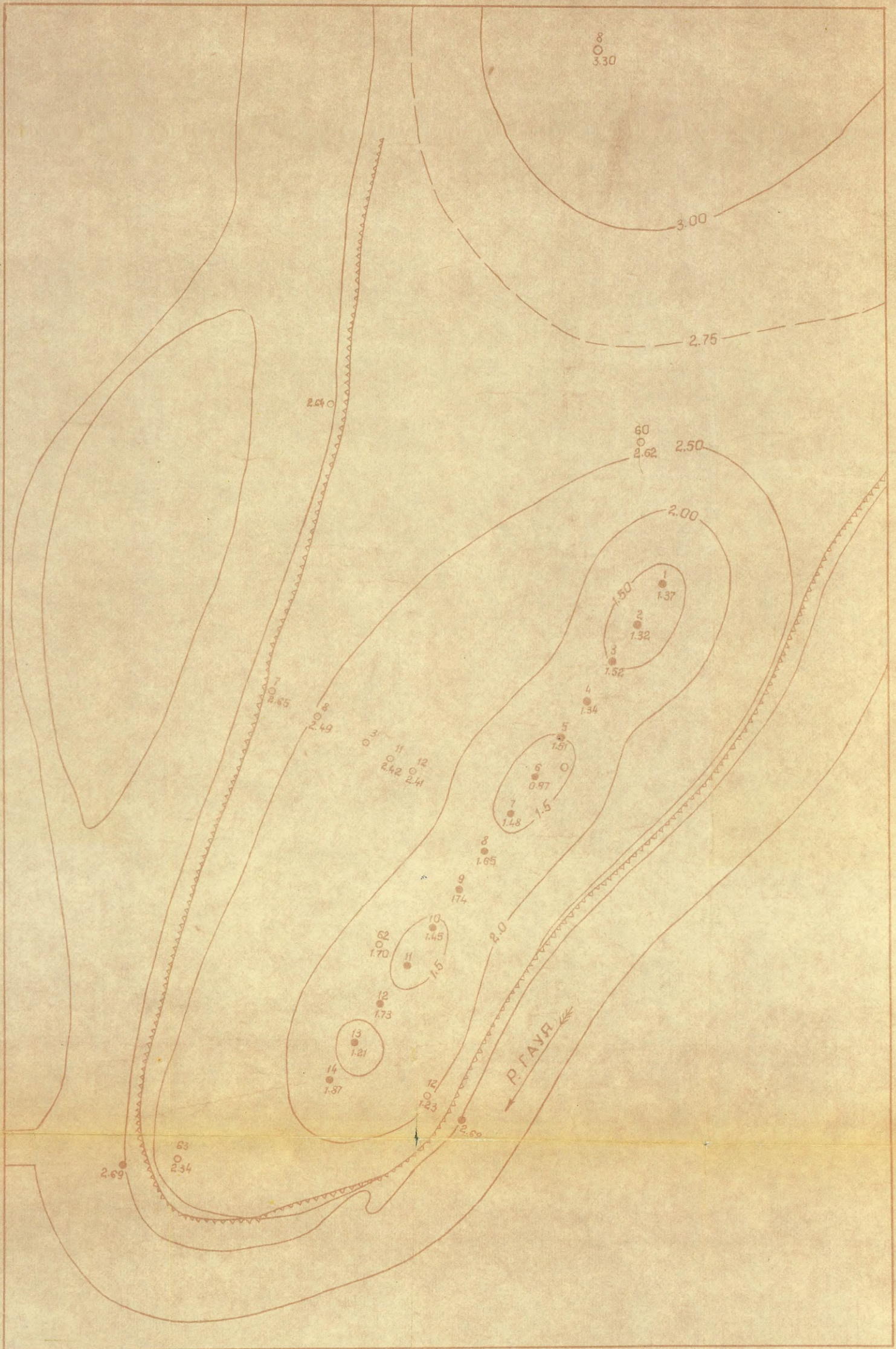
Устойчивость дебитов, скорость и полнота восстановления уровня показаны на графиках колебания дебита и уровня при откачках (см. листы откачек). Наиболее убедительными являются данные групповых откачек. Так, при одновременной откачке из 4-х скважин на I опытном кусте с суммарным отбором около 90 л/сек, стабилизация дебита и уровня наступила в течение 6-7 суток (граф. прил. № 12), на V опытном кусте при откачке с суммарным отбором воды около 55-60 л/сек, стабилизация наступила в течение 3 суток (граф. прил. № 16). В общем по участку как опытные, так и групповые откачки показали устойчивый во времени дебит скважин. Скорость и полноту восстановления уровня также легко проследить по графикам откачек.

Характерными являются данные групповой откачки из трех скважин V опытного куста, где за период с 21 октября по 3 ноября было отобрано около 60 ^{тыс.} м³ воды. После откачки уровень в скважинах восстановился до уровня реки за двое суток (граф. прил. № 16).

При групповой откачке из четырех скважин I опытного куста, где за такой же период было отобрано около 100 ^{тыс.} м³ воды, уровень в скважинах восстанавливался до уровня реки, также около двух суток (граф. прил. № 12). Последующие наблюдения в

Карта гидроизогипс опытно-эксплуатационного водозабора Гауи

Масштаб 1:10 000



течение 6 суток показали, что уровень практически не изменяется, хотя и не восстановился до статического, зафиксированного перед началом откачки.

Данные о скорости стабилизации и восстановления уровня и дебита по другим опытным скважинам сведены в таблицу № 10.

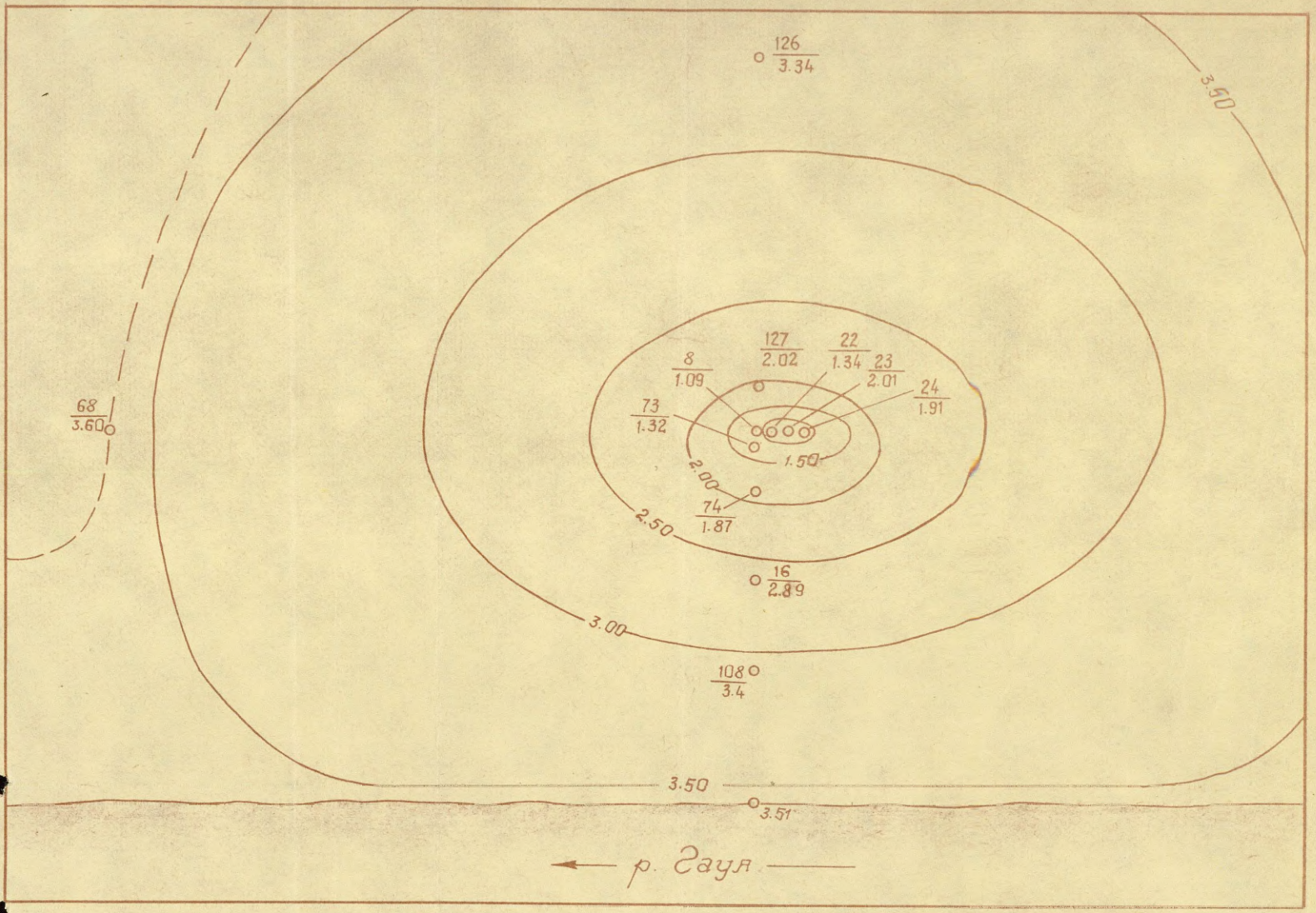
Таблица № 10.

№ скважин	Стабилизация	Восстановление
II	около 3 суток	не наблюдалось
9	за 1,5 суток	за 6-7 часов
I4	в первые часы откачки	в первые часы
I6	около 3 суток	не наблюдалось
I8	в первые часы	около суток
I	около 1,5 суток	около 1,5 суток
2	в первые часы	в первые часы
7	за 2 суток	за 2 суток
I3	в первые часы откачки.	в первые часы.

Как следует из приведенных данных весьма быстрое восстановление уровня показывает, что даже при больших отборах воды истощения водоносного пласта не происходит и что пласт обеспечен источником питания, а установление уровня в скважине на уровне реки говорит о наличии гидравлической связи грунтовых вод с рекой. Непосредственные наблюдения также подтверждают это предположение. Наиболее четко выражена взаимосвязь речных вод с подземными на территории действующего на р. Гауе опытно-эксплуатационного водозабора инфильтрационного типа (граф. прил. № 21) и при откачке скважин 5 и I7, где уровень подземных вод синхронно повторяет колебания уровня реки Гауи (граф. прил. № 22). При групповых откачках на I и У опытных кустах

КАРТА 86 гидроизогипс при одновременной откачке скважин № 22, 23 и 24

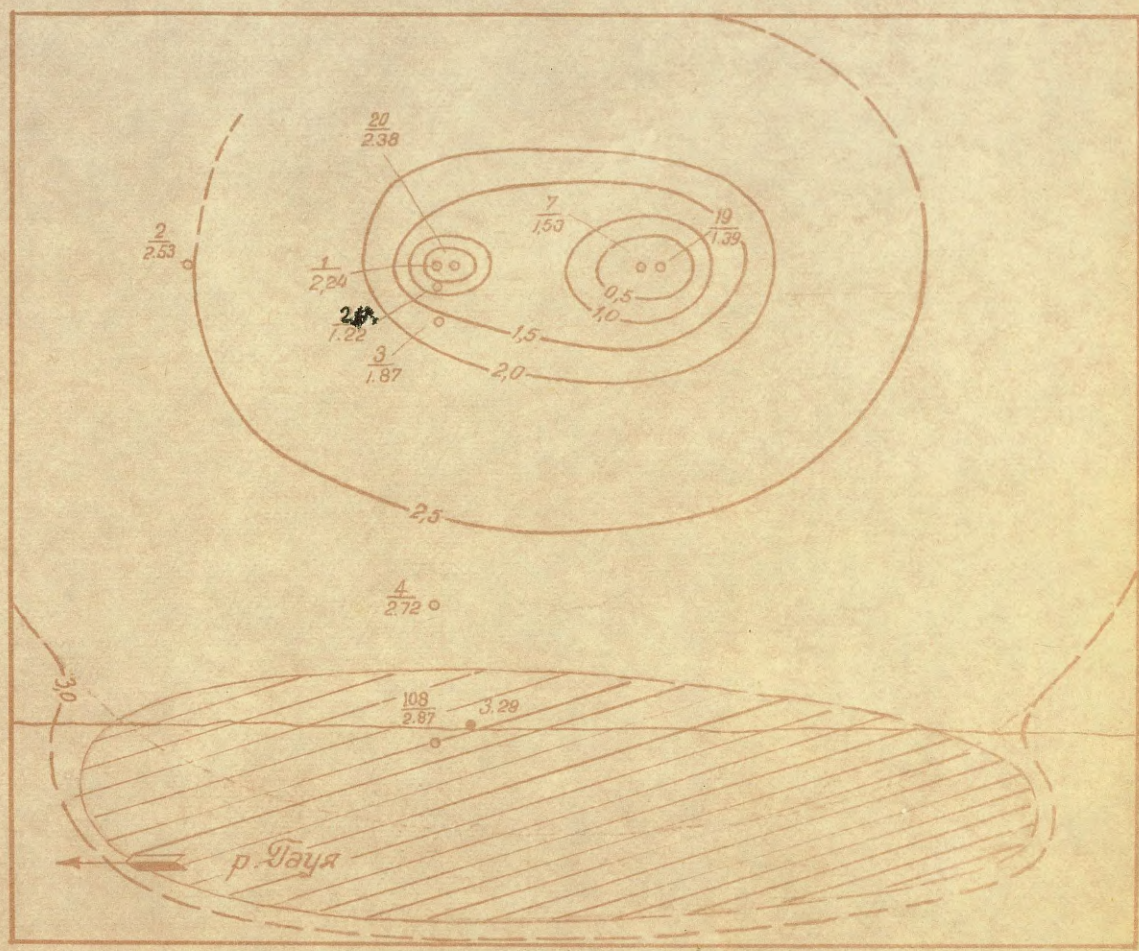
МАСШТАБ 1:2000




Карта

гидроизогипс при одновременной откачке скважин № 1, 20, 7 и 19

Масштаб 1:2000



 - линза глины

Составил *Венков* / Шмельков А. /
 Проверил *Минин* / Колоколов Л. /
 Копировала *Минин* / Кнабе М. /

также удалось установить взаимосвязь поверхностных вод с грунтовыми. По карте гидроизогинс и по разрезу депрессионной воронки, построенных по данным групповой откачки скважин 22, 23 и 24 видно (граф. прил. №№ 23; 16), что уклон поверхности грунтовых вод от реки к центру депрессии круче, чем с противоположной стороны (от скважины I26). В скважине I26, расположенной от опытных скважин на расстоянии 120 м, срезка уровня составляет 0,48 м и в то же время в скважине 48, расположенной в русле в 82 м от опытных скважин срезка составляет всего 0,07 м. В скважине II7, расположенной на противоположном берегу, срезки уровня не наблюдались.

Аналогичные результаты были получены при групповой откачке на I опытном кусте из скважин 1-20 и 7-19, где луч наблюдательных скважин также расположен перпендикулярно реке с одной наблюдательной скважиной на противоположном берегу (граф. прил. № № 24; 12).

Таким образом радиус влияния откачки равен расстоянию от опытных скважин до реки. В противоположную сторону (от реки) депрессия очень полого уходит за пределы наблюдательных скважин. В верх и вниз по течению реки, как показывают данные наблюдательной скважины 68, расположенной в 204 м от опытных скважин, где при откачке срезки не наблюдалось (граф. прил. № 16) радиус влияния не превышает 200 м.

Как показывают расчеты водоносные пески по всему участку обладают высокой водопроницаемостью с коэффициентами фильтрации от 20,0 до 85,0 м.

Для расчетов коэффициента фильтрации по данным откачек из созершенных скважин применены формулы Дюпюи:

$$\text{для центральной скважины} \quad K = \frac{0,73 Q (\lg R - \lg r_0)}{(2H - S_0) S_0}; \quad (1)$$

для центральной и одной наблюдательной скважин :

$$K = \frac{0,73 Q (\lg r_1 - \lg r_0)}{(2H - S_0 - S_1)(S_0 - S_1)} ; \quad (2)$$

для двух наблюдательных скважин :

$$K = \frac{0,73 Q (\lg r_2 - \lg r_1)}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} ; \quad (3)$$

Для условий , когда опытная скважина расположена вблизи реки, коэффициент фильтрации определен по формуле Форхгеймера:

$$K = \frac{0,73 Q (\lg 2a - \lg r_0)}{(2H - S_0)S_0} . \quad (4)$$

При расчете коэффициента фильтрации по данным отечек из несовершенных скважин применены формулы Дюпюи с поправкой на несовершенство, полученной Веригиным Н.Н. Формула имеет следующий вид :

для одной центральной скважины

$$K = \frac{0,73 Q [\lg R - \lg r_0 + 0,217 \xi_0]}{(2M - S_0)S_0} ; \quad (5)$$

для центральной и одной наблюдательной скважин

$$K = \frac{0,73 Q [\lg r_1 - \lg r_0 + 0,217 (\xi_0 - \xi_1)]}{(2M - S_0 - S_1)(S_0 - S_1)} ; \quad (6)$$

где $M = H - \frac{S_0}{2}$; ξ_0 ; ξ_1 — величина фильтрационных сопротивлений, учитывающие несовершенство скважин.

Кроме проведенных выше формул были использованы формулы Насберга :

$$K = \frac{0,16 Q}{l(S_1 - S_2)} \left[\operatorname{arsh} \frac{l}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{l}{r_2} - \frac{l}{m} \left(\operatorname{arsh} \frac{m}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{m}{r_2} - 2,3 \lg \frac{r_2}{r_1} \right) \right] ; \quad (7)$$

и Бабушкина, Гиринского $K = \frac{0,16 Q}{l' \cdot S_1} \operatorname{arsh} \frac{l'}{r} ; \quad (8)$

где $l' = l - 0,5 (S_0 + S_1) ;$

$$K = \frac{0,16 Q}{l(S_1 - S_2)} \left(\operatorname{arsh} \frac{l}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{l}{r_2} \right) ; \quad (9)$$

$$K = \frac{0,16Q}{l_0(S_0 - S_1)} \left(2,3 \lg \frac{0,66l}{r_0} \cdot \frac{l}{2r_1} \right) \quad (10)$$

$$K = \frac{0,16Q}{l_0(S_0 - S_1)} \left(2,3 \lg \frac{1,32 \cdot l}{r_0} - \operatorname{arsh} \frac{l_0}{r_1} \right) \quad (11)$$

В формуле приняты следующие обозначения :

Q — дебит центральной скважины в м³/сут.,

S_0 — понижение в центральной скважине в м ;

S_1, S_2 — понижение уровня в первой и второй наблюд. скв. в м,

r_0 — радиус центральной скважины в м,

r_1, r_2 — расстояние от первой и второй скважин до центральной в м,

k — коэффициент фильтрации в м/сутки,

R — радиус влияния откачки в м,

l — длина фильтра в м.

H — мощность водоносного горизонта

В тех случаях, когда расчет коэффициента фильтрации производится по данным откачки одной опытной скважины произведено исключение влияния скачка уровня (Δh)

Величина скачка уровня (Δh) рассчитана по формуле Абрамова :

$$\Delta h = 0,01 \cdot \alpha \sqrt{\frac{Q \cdot S}{k \cdot F}}$$

где F — площадь рабочей части фильтра в м²,

α — электрический коэффициент равный 0,25 .

Геолого-технические разрезы и результаты откачки (исходные данные) для определения коэффициента фильтрации приведены на листах откачек (граф. прил. № № 6; 7; 12-20). Результаты расчетов коэффициента фильтрации сведены в таблице № 11 .

Таблица № 11

№ опыта. куста	№ скважин взятых при расче- тах	№ расч. Форм	Коэффициент фильтрации в м/сутки			среднее значение
			S_1	S_2	S_3	
I	2	3	4	5	6	7
	18 опыта.	(5)	52.7	-	55.0	53.85
IУ	6 и 85 наблюдат.	(9)	57.3	-	59.0	58.15
Принятое расчетное значение						56.0
Скважи- на 13	13 опыта.	(5)	21.4	20.7	-	21.05
	13 опыта.	(6)	22.2	21.9	-	22.05
	12 наблюд.					
	13 опыта. 12 наблюд.	(10)	17.6	16.8	-	17.2
Принятое расчетное значение						20.0
	2 опыта.	(5)	85.3	85.8	84.8	85.3
	2 опыта. 6 наблюд.	(9)	88.0	86.0	81.0	85.0
Среднее значение						85.15
	Опыт. 7.					
I	71 и 5 наблюд.	(7)	66.4	62.5	64.5	64.4
	71 и 69 наблюд.	(7)	81.0	74.0	68.0	74.3
Среднее значение						69.0
	Опыт. I					
	I и 2 на- блюд.	(7)	78.7	-	-	78.7
	2 и 3 на- блюд.	(7)	78.2	-	-	78.2
Среднее значение						76.0
$K_{\phi} = \frac{85 + 69 + 76}{3} = 76 \text{ м/сутки}$						

I	2	3	4	6	6	7
	ОПЫТН. 22					
	23 и 24 набл.	(3)	40.0	77.3	76.6	64.6
У	74 и 16 "	(3)	79.7	65.4	65.2	70.1
	127 и 126 "	(3)	76.5	84.0	128.0	96.1
	луч скв. 127-126 направлен от реки					
	$K_{\Phi} \frac{64.6 + 70.1}{2} = 67.3 \text{ м/сутки}$					
I4 ОПЫТН.	I4 ОПЫТН.	(4)	55.0	54.3	-	54.6
	Принятое расчетное значение 54.6					
	11 I3 ОПЫТН.	(1)	32.3	37.5	-	34.9
УП	I3 ОПЫТН.					
	78 наблюд.	(2)	22.6	29.6	-	26.1
	I3 ОПЫТН.					
	70 наблюд.	(2)	24.5	29.4	-	26.9
	78 и 70 наблюд.	(3)	29.2	29.0	-	29.1
	Принятое расчетное значение 29.2					
УІ	9 ОПЫТНАЯ	(1)	69.0	-	-	69
	80-90 наблюд.	(3)	56.6	-	-	56.6
	80-79 "	(3)	62.0	-	-	62.0
	90-79 "	(3)	68.0	-	-	68.0
	Принятое расчетное значение 62.6					
ІХ	I6 ОПЫТНАЯ	(8)	43.3	44.3	47.2	45.1
	I6 ОПЫТНАЯ	(II)	49.0	59.0	57.3	55.1
	Принятое расчетное значение 50.0					

Режим грунтовых вод

Анализ режима грунтовых вод произведен на основе наблюдений по скважинам режимной сети за период с 13.XI.1963г. по I.II.65г. При описании хода уровней использованы преимущественно скважины № № 14,9,21,14,41,13,235-А, 15,12,13,10,6,16 по которым имеется наиболее полный цикл наблюдений (перечисление скважин идет по мере удаления их от берега). Динамика колебаний уровня в скважинах в годовом разрезе представлена на графическом приложении № 25. На кривых графика можно выделить периоды с характерными изменениями уровня: осенний спад, зимний подъем, стабилизирующийся к концу зимы (началу весны), весенний подъем, и наконец, постепенный летне-осенний спад, иногда осложненный подъемами уровня, частично обусловленными метеорологическими особенностями года. В зимние месяцы 1963-64 г. в скважинах, удаленных от реки на расстояние 700-400 м наблюдался подъем на 10-12 см, и в скважинах, находящихся на ^{расстоянии} 10-17 м от реки, наблюдался подъем на 30-40 см. В феврале-марте начинается период относительной стабилизации уровня, переходящий в весенний подъем. По наблюдениям 1964г. повышение уровня находилось в пределах 0,35-0,50 м. Наиболее высокий подъем уровня происходил в скважинах, близко расположенных к реке (№ № 15,12,13,10,6,16).

Весь летний и осенний период характеризуется плавным и медленным спадом уровня, причем летом более интенсивно, чем осенью. Общая величина спада с мая по конец октября колеблется от 20-30 см до 120-130 см.

Амплитуда колебаний по скважинам носит очень неравномерный характер и разница между максимумом и минимумом колеблется от 10 см до 150 см.

СХЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ГИДРОИЗОГИПС

М 1:25000

94

Приложение № 26



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

••••• Скважины, существующего водозабора

— 3,5 — Гидроизогипсы

4,93 • Отметка уровня в разведочной скважине

— — — Границы участка разведочных работ

Как видно из графика колебаний уровня весенний подъем преобладает над осенним. На режим водоносного горизонта в долине Гауи значительное влияние оказывает гидро~~гео~~логический фактор. Особенно наглядно это видно, если рассматривать график в общем плане. В наиболее близко расположенных скважинах (№ № 10, 6, 16 и т.д.) кривая хода уровня синхронно совпадает с гидрографом реки (граф.прил. № 25), а по мере удаления скважин от реки влияние гидро~~гео~~логического фактора постепенно уменьшается. Следовательно, здесь наблюдается прямая гидравлическая связь подземных вод и вод реки, т.е. в этом случае мы имеем ярко выраженный прибрежный режим.

Питание горизонта грунтовых вод в естественных условиях происходит, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков, частично — водами четвертичных образований, разгружающихся со стороны водораздела, а в период паводков происходит их подпитывание водами р. Гауи.

Разгрузка грунтовых вод в правобережье в пределах изученного района происходит в сторону реки Гауи, за исключением участка, примыкающего к водозабору Балтэзерс.

В результате эксплуатации восточного крыла данного водозабора (район I-й водоносной станции) образовалась депрессионная воронка с понижением уровня в центре до ^{отметки} + 1,0 м. Следовательно, можно сделать вывод, что на участке района, входящего в зону влияния водозабора Балтэзерс, наблюдается искусственный вид режима, а там, где происходит разгрузка вод в долину реки — естественный вид режима (граф.прил. № 26).

Результаты геофизических работ

С целью выявления древней долины, присутствие которой предполагалось на участке Гауя, в проект работ были включены

гравиметрические исследования. Всего на этом участке пройдено пять профилей длиной от 2 до 6 км. В том числе 3 на северном берегу и 2 на южном.

По материалам полевых наблюдений составлены графики Δg . Под некоторыми из них, по данным бурения построены геологические разрезы (граф. прилож. NN 27; 28).

Изучение графиков Δg показало, что в исследуемом районе на северном берегу реки метод гравиразведки не дает положительных результатов. Ни на одном из этих профилей локальные аномалии не выделяются. На южном берегу отмечается локальная аномалия на профиле III. Однако, последняя может быть вызвана не только увеличенной мощностью четвертичных отложений, но и увеличением количества валунного материала в них. К сожалению природа аномалии, а также остальной объем геофизических работ в районе гидрогеологических изысканий на участке Гауя остались невыполненными из-за поломки прибора.

Результаты гидрологических работ.

Климат бассейна р. Гауя (табл. № 12) значительно отличается от соседних бассейнов. Зимой температура воздуха здесь заметно ниже. Например, по сравнению с бассейном р. Венты в январе и феврале, среднемесячная температура на 3-3,5° ниже. Снежный покров более устойчивый осенью, устанавливается на 10-12 дней раньше, а весной исчезает на 20-25 дней позже, чем в западных районах республики.

Зимой бассейн подвергается значительно меньшему влиянию оттепелей, чем другие бассейны. Бассейн характеризуется выпадением значительного количества осадков. На западных склонах Видземской возвышенности теплые и влажные атлантические воз-

Среднемесячные данные за 1964 г. по осадкам, относительной влажности, температуре воздуха

Таблица 12

Месяцы	Относит. влажность, в %	Температура воздуха в градусе	Осадки, в мм
I	88	- 2,0	19,6
II	81	- 8,8	37,2
III	71	- 4,1	4,9
IV	76	4,9	11,7
V	69	11,0	28,5
VI	70	17,2	48,9
VII	71	17,4	27,4
VIII	78	15,3	55,2
IX	82	11,4	54,1
X	84	7,2	76,1
XI	87	2,0	82,4
XII	88	- 1,8	55,7

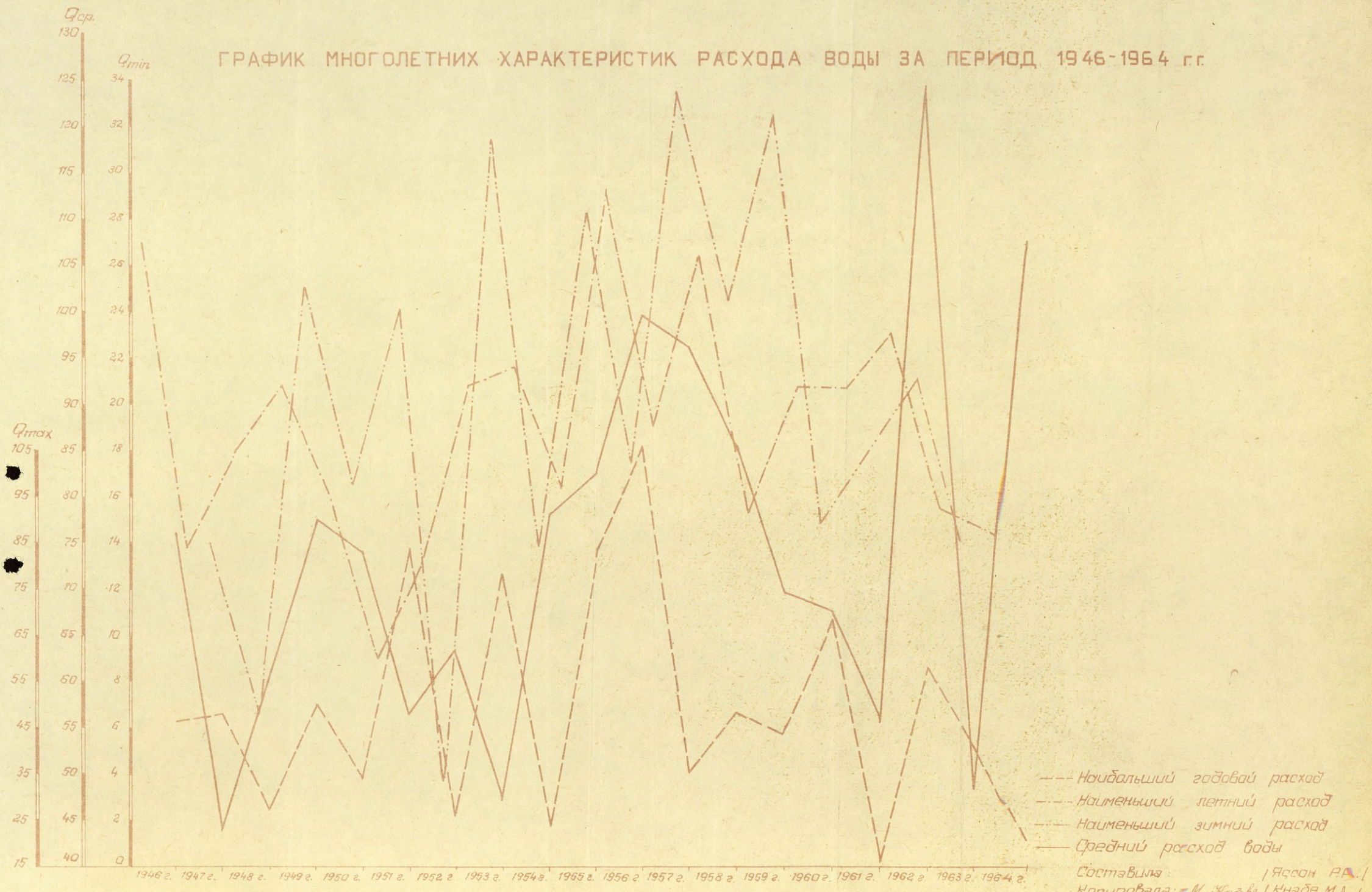
душные массы воздуха вытесняются вверх, что является причиной конденсации водяного пара, образования облаков и выпадения осадков. Поэтому годовая сумма осадков в нижней части бассейна достигает 750 мм, а на водоразделе с бассейном р. Салацы более, чем 800 мм в год. Это наиболее влажные места на территории Латвийской ССР. За Видземской возвышенностью в Средне-Гауйской низменности наблюдается фоновый эффект и количество осадков в бассейнах рек Абулса, Вии и Талсы уменьшается до 550-600 мм в год. В северной части района на южных склонах возвышенностей Сакала и Ханья, а также на юго-западных склонах Алуксненской возвышенности, где западный поток воздушных масс опять вытесняется вверх, количество выпавших осадков опять увеличивается до 700 мм в год. В среднем годовая сумма осадков в бассейне р. Гауи составляет 661 мм, что значительно превышает количество выпавших осадков в более южных районах, например, в бассейне р. Лиелупе, где годовая сумма составляет только 568 мм.

Густота речной сети в бассейне р. Гауи хорошо согласуется с распределением осадков: там, где выпадает больше осадков, густота речной сети больше. Лесистость бассейна р. Гауи около 15-18%. В верхней части бассейна более распространены еловые леса, а в средней и нижней части - сосновые, местами с примесью лиственных деревьев. Наибольшие лесные массивы расположены в районах, которые граничат с Эстонской ССР.

Почти ежегодно, после весеннего половодья, обычно меняются как очертания берегов, которые подвергались размыву, так и глубины и местоположение отмелей.

Поскольку зимние оттепели в бассейне р. Гауи повторяются меньше, чем в бассейнах западных рек, подъем уровня в зимний

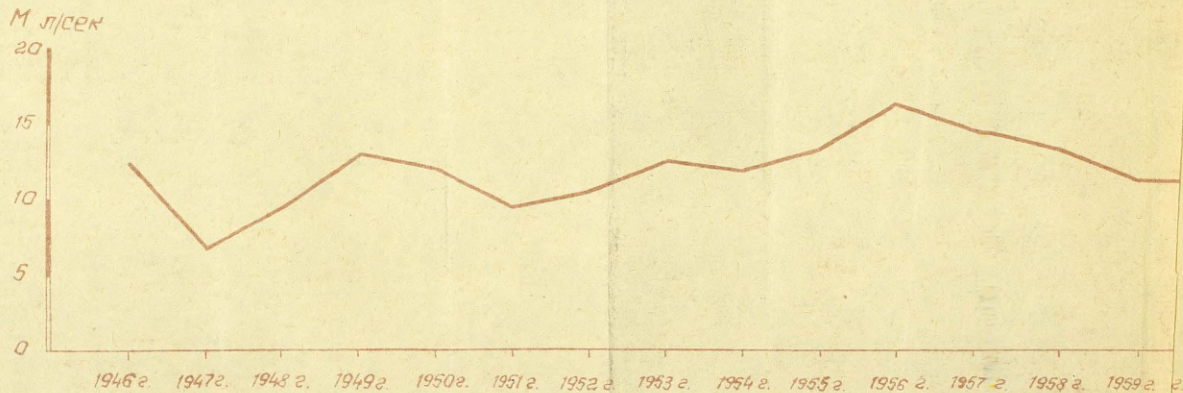
ГРАФИК МНОГОЛЕТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСХОДА ВОДЫ ЗА ПЕРИОД, 1946-1964 гг.



100

Приложение № 30

МНОГОЛЕТНИЕ СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯ СТОКА
за период 1946-1960 гг.



Составила: *[Signature]* / Яссон /
Копировала: *[Signature]* / Кнабе /

период тоже наблюдается реке. Летние паводки повторяются довольно часто.

Мутность воды по данным гидрометеорологической станции г. Валмиеры за 1963 г. колеблется от 200 мг/л в половодье (расход воды 278 м³/сек) до 1,5 мг/л в зимнюю межень (17,9 м³/с. Средняя мутность реки по данным той же станции за 1964 год колеблется от 180 мг/л в половодье (расход воды 160 м³/сек) до 2,4 мг/л в зимнюю межень (расходы воды 12,4 м³/сек).

Измеренные расходы взвешенных наносов приведены в кг/сек. Значение средней мутности вычислено по неокругленной величине расхода с точностью до 0,01 г/м³ (табл. № 13).

В условиях р. Гауи сток донных наносов должен составлять около 15 % от стока взвешенных наносов. Из этого следует, что объем твердого стока, за исключением растворенных веществ, на участке Валмиера составляет около 60000 м³/год.

Расход воды характеризуется по наиболее полному ряду наблюдений на водомерном посту Валмиера за 1946-1964 г. с пересчетом на створ Ремберги (коэффициент 1,44).

Многолетние характеристики расхода воды, ^(граф. прил. № 29) средний годовой модуль стока, ^(граф. прил. № 30) минимальные и максимальные расходы воды для створа устье канала Гауя - Балтэзерс сведены в таблицу № ?

Максимальный расход воды - 1058 м³/сек (табл. 14) наблюдался в 1956 году, минимальный зимний - 3,8 м³/сек в 1952г минимальный летний расход - 8,9 м³/сек. в 1961 г.

Годовой график ^{граф.} (прилож. № 32) колебаний уровня воды и расхода для створа - канал Гауя - Балтэзерс показывает, что максимальный расход воды был 203 м³/сек в апреле 1964 г., минимальный - 14,3 м³/сек в октябре (табл. № 15).

Мини

ГОДОВОЙ ГРАФИК КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ И РАСХОДОВ р.ГАУИ



— Q - расход воды
 --- H - уровень воды

Составила - [Signature] / Ясзон Р. А.
 Копировала - М. Кнабе / Кнабе М. А.

Таблица № 13

ИЗМЕРЕННЫЕ РАСХОДЫ ВЗВЕШЕННЫХ И ВЛЕКОМЫХ
НАСОСОВ р. ГАУИ у г. ВАЛМИЕРА, 1963 год.

№ рас- хода наносов	№ расх. воды	Дата изме- рен.	№ ство- ров	Состо- яние реки на участке гидро- створа	Уровень воды (см) над нулем графика (28,85м БС)	Расход взвешен- ных на- носов (кг/сек)	Расход воды м ³ /сек	Средн. мутн. (г/м ³)	Способ измерения расхода взвешенн. наносов	Метод вычисления расхода взве- шенн. наносов
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
1	3	21/1	3	ледост.	66	0,16	18,3	8,7	ббм 9/18 С	а
2	10	2/II	"	"	72	0,05	16,4	3,0	"	"
3	12	14/II	"	св.	229	"	123	8,9	"	"
4	14	22/II	"	"	296	52	258	200	"	"
5	15	24/II	"	"	302	38	278	140	"	"
6	17	27/II	"	"	203	14	165	85	"	"
7	20	13/III	"	"	108	1,4	63,1	22	"	"
8	29	12/III	"	"	36	1,3	16,0	8,1	"	"
9	26	12/III	"	"	29	0,08	15,3	2,0	"	"
10	29	12/III	"	"	19	0,04	11,8	3,4	ббм 8/16 С	"
11	33	29/III	"	"	25	0,02	13,6	1,5	ббм 9/18 С	"
12	36	23/IV	"	"	64	0,35	36,2	9,17	"	"
13	39	22/IV	"	"	108	1,4	69,8	20	"	"

Продолж. таблицы № 13

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
1961	55,8	-	154	20,4	21,0	113	72,2	43	33,5	23,4
1962	124,7	-	576	23,0	14,0	276	180	98	39,6	24,6
1963	48,0	-	400	15,4	22,3					
1964	107,2	-	203,3	14,4	-					

МНОГОЛЕТНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСХОДА ВОДЫ, в м³/сек.

Периоды (годы)	Средн. расход воды (годо- вые)	Средн. годов. модуль стока (л/сек)	Наиболь- ший го- довой расход	Наимень- ший летний расход	Наименьш. зимний расход	Расход воды, обеспеченный в течение суток				
						n=30 = = 8%	n=90 = = 25%	n=180 = = 50%	n=270 = = 75%	n=355 = = 97%
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
1946	75,2	12,2	466,5	27,0	-	182,8	79,4	52,2	39,0	28,5
1947	43,6	7,0	476,6	13,6	14,0	105	44,9	21,8	17,1	13,9
1948	58,1	9,4	273,6	18,0	6,64	136,0	78,3	36,7	24,1	19,7
1949	77,4	12,6	502,5	20,7	25,0	197,2	73,8	49,5	36,5	27,0
1950	74,0	12,0	345,6	116,9	16,5	194	112,0	36,4	20,7	17,8
1951	56,5	9,2	846,7	8,9	24,0	110,1	39,0	26,3	14,4	10,2
1952	63,0	10,2	264,9	12,9	3,8	205,9	67,5	34,8	19,8	14,2
1953	47,1	12,5	779,0	20,8	31,3	456,0	71,7	42,3	31,9	21,4
1954	73,1	11,8	237,16	21,6	13,9	161	105,1	62,0	28,0	16,9
1955	82,3	13,3	843,8	16,2	28,2	221,7	65,9	43,0	27,3	18,5
1956	99,6	16,2	1058,4	29,2	17,5	218,8	91,8	52,5	32,6	19,2
1957	91,2	14,8	355,6	19,0	33,5	184	117,6	75,3	119,2	22,3
1958	80,9	13,1	475,2	26,6	24,4	216	70,4	54,2	43,7	28,9
1959	69,5	11,3	432	15,6	32,5	207	78,4	37,2	22,8	17,4
1960	67,6	11,0	091	20,5	14,9	159	70,9	37,8	22,6	16,2
1961	54,7	—	154	20,4	24,0	113	72,3	43,0	33,5	23,4
1962	124,7	—	576	34,4	25,8	276,5	180	102,5	39,6	27,6
1964	—	—	392,32	21,6	20,6	—	—	—	—	—

ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДЫ ВОДЫ И УРОВЕНЬ ВОДЫ (см)
за 1964г. в устье канала Гауя - Балтэзере.

№ рас- хода	Состояние реки на участке гидро- створа	Дата измерения	Уровень воды (см) над нулем графика (4,29м)	Расход воды (м ³ /сек)
1	2	3	4	5
1	Ледостав	3/1-1964г.		31,5
2	"	13/1 -"		27,2
3	"	24/1 -"		24,2
4	"	3/II -"		19,8
5	"	12/II -"		20,4
6	"	22/II -"		16,7
7	"	2/III -"		17,7
8	"	13/III -"		17,8
9	"	23/III -"		17,8
10	"	2/IV -"		28,0
11	"	6/IV -"		56,8
12	своб.	13/IV -"		74,6
13	ледох.	15/IV -"		146,8
14	своб.	18/IV -"	103	203,0
15	"	23/IV -"	85	158,4
16	"	25/IV -"	70	132,2
17	"	27/IV -"	41	95,7
18	"	4/V -"	14	68,5
19	"	12/V -"	9 (3,29)	58,7
20	"	22/V -"	0 Вейка пони- жена на 1м	60,5
21	"	3/VI -"	75 (4,29)	27,8
22	"	12/VI -"	70	25,8
23	"	22/VI -"	63	21,2
24	"	2/VII -"	59	20,0
25	"	13/VII -"	55	15,5
26	"	22/VII -"	49	15,3
27	"	4/VIII -"	48	15,0
28	"	12/VIII -"	57	20,3

1	2	3	4	5
29	Свободн.	22/VIII-1964г.	50	15,3
30	-"-	3/IX -"-	48	14,5
31	-"-	12/IX -"-	50	14,4
32	-"-	22/IX -"-	50	14,3
33	-"-	2/X -"-	50	16,8
34	-"-	13/X -"-	61	17,8
35	-"-	22/X -"-	62	21,2
36	-"-	2/XI -"-	61	21,4
37	-"-	11/XI -"-	60	19,8

На р. Гауе на ход уровня влияет подпор от сплаваемого леса. Неустойчивость русла реки обуславливает систематическое изменение направления кривых расходов реки. В годовом ходе колебания уровня воды на р. Гауе можно выделить несколько фаз. Наивысшие уровни обуславливают талые воды в период весеннего половодья.

Разнообразие физико-географических условий создает различные типы водного режима. Среднегодовые, а также экстремные значения расхода по длине р. Гауи увеличиваются от истока к устью в соответствии с нарастанием площади водосбора.

В таблице № 16 приведены обеспеченные расходы воды ($\text{м}^3/\text{сек}$) по наблюдениям в г. Валмиера за 1946-1960 г. с пересчетом на створ-канал Гауя-Балтэзерс.

Таблица 16

Обеспеченность расходов в днях и процентах

Расходы	30 дн.=8%	90 дн.=25%	180 дн.=50%	270 дн.=75%	355 дн.=97%
Средние	177	78	40,3	28,7	19,5
Наибольшие	216	118	75,4	49,3	29,0
Наименьшие	10,5	39	21,5	14,4	10,3

В таблице 14 приводятся суточные расходы различной обеспеченности - 30, 90, 180, 270, 355 дней. Распределение суточных расходов дано: для среднего года, многоводного и маловодного годов. Последние выбирались по величине годового стока. Следовательно, можно сделать вывод, что маловодным был 1951 год, многоводным - 1956 год (табл. 14).

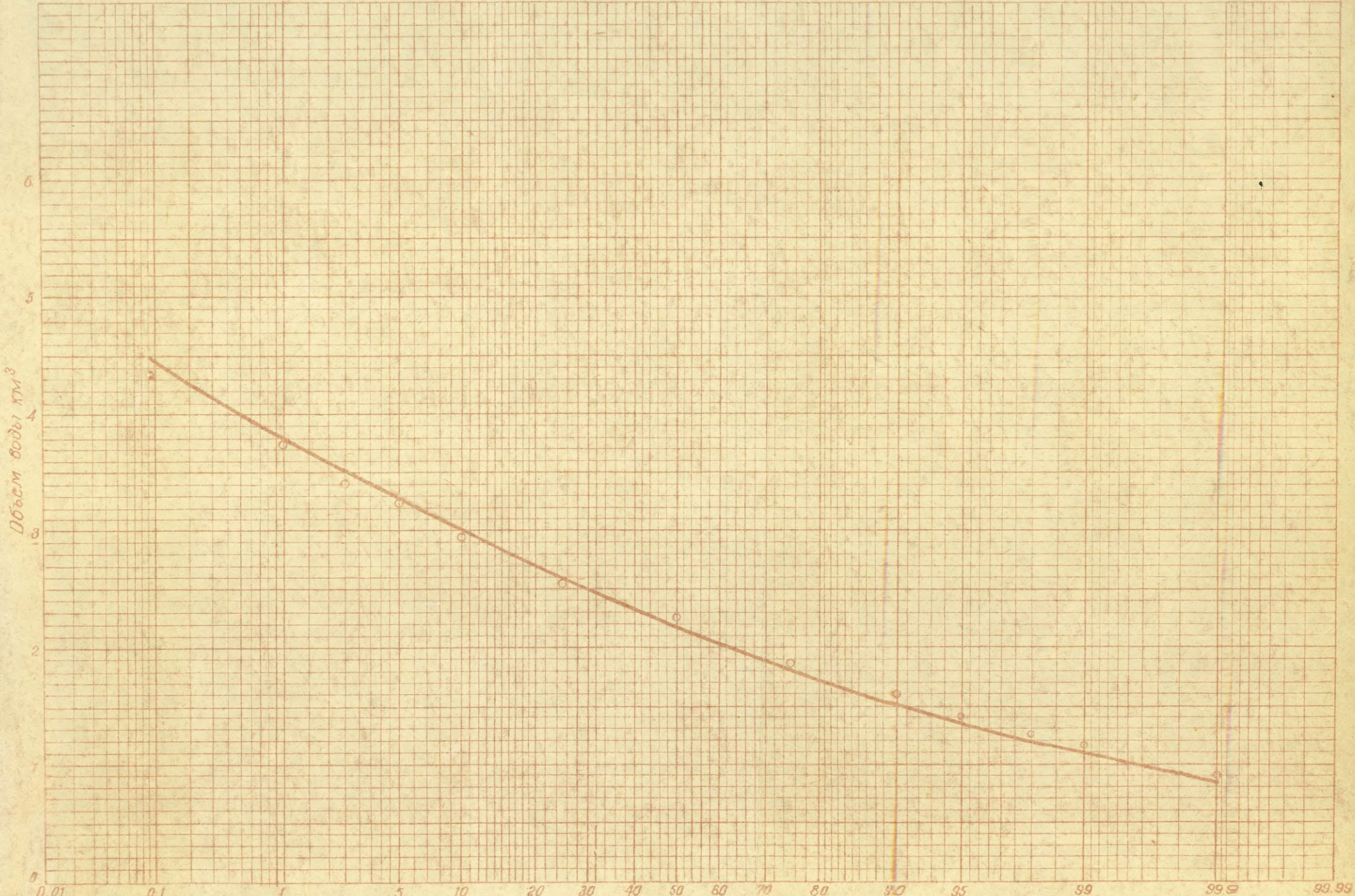
109

Кривая обеспеченности средних годовых расходов воды р. Гауи за 1927-1957 гг. в клетчатке вероятностей

Период повторения N лет

Период повторения N лет

10000 2000 1000 200 100 20 10 5 2 5 10 20 100 200 1000 2000 10000



Обеспеченность P - в процентах

Сток р. Гауи по данным А.А.Пасторса ⁽³⁷⁾ подсчитан с 1928- по 1961 г. В основном использован материал по створу Валмиера. Годовой объем стока р. Гауи в течение 34 летнего периода наблюдений колебался от 1,48 км³ в 1947 г. до 4,09 км³ в 1930 г. Если привлечь к анализу еще более длинный ряд наблюдений, например, с 1921 года, то минимальный объем стока 1,19 км³ отмечен в 1921 г. Средний годовой объем стока (с 1928 г.) составляет 2,40 км³.

Параметры для вычисления кривой обеспеченности годовых объемов стока 2,40 км³, коэффициент вариации $C_v = 0,33$, коэффициент асимметрии $C_s = 0,66$. (граф. прил. №31).

По таблице С.И. Рыбкина можно определить координаты кривой обеспеченности. Характерные значения обеспеченности и повторяемости годовых объемов стока приведены в таблице № 17. На р. Гауе очень многоводным годом с обеспеченностью 0,7 % (один раз в 150 лет) был 1928 год, когда средний годовой объем стока достиг 3,89 км³, 1947 г. с объемом 4,09 км³ имеет обеспеченность 0,5% (один раз в 200 лет). Многоводными были подряд 1955, 1956, 1957 годы. Медианным-1945 г. Маловодных лет в период с 1921 г. было меньше, очень маловодным с обеспеченностью 98,4 % (один раз в 70 лет) был 1921 г., когда годовой объем стока не превышал 1,19 км³.

Многолетние месячные характеристики стока р. Гауи приведены в таблице № 18. Соотношение между весенним максимумом и месячным стоком в среднем выражается, как 4:1. Весенний подъем начинается и кончается значительно позже, чем на р. Лиелуне.

Модули стока на реке, по сравнению с другими реками, довольно большие. Например, в летние месяцы они больше, чем на всех других реках и только в осенние и зимние месяцы модули рек

Обеспеченность и повторяемость средних годовых объемов
стока р. Гауи.

Таблица 18 17

Характеристика года	Обеспе- ченность в %	Повторяе- мость 1 раз в лет.	Объем воды км ³	Характерный год	
				год	объем км ³
Катастрофически многоводный.	0,1	1000	4,36	-	-
Очень многоводный	1	100	3,73	1928	3,89
Многоводный	3	33	3,40	1956	3,39
Многоводный	5	20	3,22	1957	3,12
Средний многовод- ный.	10	10	2,97	1955	2,82
Верхнеквартильный	25	4	2,53	1946	2,57
Медианный	50	2	2,26	1945	2,27
Нижнеквартильный	75	4	1,83	1941	1,85
Средний маловодный	90	10	1,56	1947	1,52
Маловодный	95	20	1,41	1929	1,48
Маловодный	97	33	1,29	-	-
Очень маловодный	99	100	1,14	1921	1,19
Катастрофически маловодный	99,9	1000	0,89	-	-

Многолетние характеристики стока реки Гауя
(1928 - 1961 гг)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<u>Расход воды Q, см³/сек</u>													
Средний	45,8	45,2	75,3	201	105	64,2	52,6	55,3	58,4	77,7	71,7	59,6	74,8
Наибольший	118	152	215	398	461	297	172	331	278	206	391	172	130
Наименьший	13,2	13,5	14,3	107	40,3	21,3	16,6	15,9	13,8	12,6	15,1	12,0	47,1
<u>Объем стока V, км³</u>													
Средний	0,12	0,11	0,20	0,52	0,28	0,17	0,14	0,15	0,15	0,21	0,19	0,16	2,40
Наибольший	0,32	0,37	0,58	1,03	1,24	0,77	0,46	0,89	0,72	0,55	1,01	0,46	4,09
Наименьший	0,035	0,033	0,038	0,277	0,108	0,055	0,045	0,043	0,036	0,034	0,039	0,032	1,48
<u>Сток в % от годового стока</u>													
Средний	5,0	4,6	8,3	21,8	11,6	7,1	5,8	6,2	6,2	8,8	7,9	6,7	100
Наибольший	3,8	4,4	6,9	12,3	14,7	9,2	5,5	10,6	8,6	6,5	12,0	5,5	100
Наименьший	4,5	4,3	4,9	35,6	14,0	7,1	5,8	5,6	4,7	4,4	5,0	4,1	100
<u>Модуль стока M, л/сек с 1 км²</u>													
Средний	5,1	5,1	8,4	33,6	11,8	7,2	5,9	6,2	6,5	8,7	8,0	6,70	8,4
Наибольший	13,2	17,1	24,2	44,8	51,8	33,5	19,3	37,2	31,2	23,2	44,0	19,3	14,6
Наименьший	1,48	1,52	1,62	12,00	4,54	2,39	1,87	1,79	1,55	1,42	1,70	1,35	5,30

Продолж. табл. 18

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
	<u>Слой стока h, мм</u>												
Средний	13,5	12,3	22,5	58,3	31,4	19,1	15,7	16,8	16,8	23,6	21,3	18,0	267
Наибольший	36,0	41,6	65,2	115,7	139,7	86,5	51,8	99,9	81,0	61,7	113,5	51,7	459
Наименьший	3,95	3,70	4,27	31,2	12,2	6,17	5,05	4,83	4,04	3,82	4,37	3,59	166
	<u>Слой осадков X, мм</u>												
Средний	29,6	28,5	29,7	36,2	55,6	71,0	57,0	89,4	71,8	63,3	51,9	37,0	661
	<u>Коэффициент стока η</u>												
Средний	0,45	0,43	0,76	1,61	0,57	0,27	0,16	0,19	0,23	0,37	0,41	0,43	0,40

Салацы превышают модули р. Гауи. Такие высокие модули объясняются, с одной стороны, выпадением обильных осадков на склонах Видземской возвышенности и, с другой стороны тем обстоятельством, что на реке Гауе грунтовое питание значительно больше, чем в бассейнах соседних рек.

В бассейне р. Гауи, в среднем за год выпадает 661 мм осадков, т.е. значительно больше, чем в бассейнах рек Даугавы, Лиелупе, Вентпи. Слой стока в год составляет 260 мм, таким образом с бассейна стекает 39% от годового количества выпавших осадков.

Количество среднемесячных осадков в зимний и весенний период примерно такое же, как в бассейне р. Даугавы, но в летние и особенно месячные месяцы в бассейне р. Гауи выпадает значительно больше осадков. В зимние месяцы количество выпавших осадков составляет 30 мм, с апреля начинается постепенное увеличение, и в июле достигает годового максимума, который равен 97 мм. В отличие от других рек, уменьшение осадков на р. Гауе идет плавно до января и в зимний период сохраняется около 30 мм. Максимум осадков наблюдается в июле, сток же в это время составляет только 14,6 мм.

Если считать, что весенний сток обусловлен осадками, накопленными в течение января-мая месяцев, то коэффициент стока получается 0,77. В летний период в июле месяце коэффициент стока уменьшается до 0,15, затем к осени опять увеличивается и в декабре — уже 61% от выпавших в бассейне осадков стекает в море.

За 35-летний период наблюдений начало весеннего подъема падает на 20 марта, пик половодья наблюдался 2-го апреля, а конец спада — 23 мая. Таким образом, продолжительность половодья на р. Гауе составляет в среднем 64 дня, в минимальном случае продолжительность была 37 дней (1934г), в максимальном —

достигает 124 дня (1927г.) . Фаза подъема длится 13 дней, а фаза спада — 51 день, т.е. продолжительность спада в 3,9 раза больше продолжительности подъема. Эта цифра больше, чем для р. Даугава и Лиелупе, но меньше, чем для Венты.

Объем стока в период подъема составляет $0,30 \text{ км}^3$, в период спада — $0,57 \text{ км}^3$, т.е. сток в период спада в 1,9 раза больше, чем период подъема. В максимальном случае в 1927 г. это отношение было 1:7,7. В отдельные годы, например, в 1926, 1939 и 1949 г. объем на фазе подъема был даже несколько больше, чем на фазе спада, например, в 1939 г. соотношение было 1,5:1.

В среднем, на весь цикл весеннего половодья для р. Гауи объем стока равен $0,30+0,57=0,87 \text{ км}^3$. В 35-летнем периоде минимальный объем весеннего половодья наблюдался в 1925 г. $0,87 \text{ км}^3$, максимум — 153 км^3 — в 1955г.

Ежедневный уровень воды по ежедневным наблюдениям в 1964г. выражен в сантиметрах над нулем графика (граф. прил. № 32, табл. №). Максимальный уровень в 1964 г. отмечался 18.IV. + 1,08 м над нулем графика. Уровни на графике колебаний даны в абсолютных отметках.

Уровенный режим р. Гауя на ст. Ремберги дается по наблюдениям за период с 1920 по 1941 г. Максимальный уровень +6,24 м отмечен весной 1932 г. Его обеспеченность 3%. Минимальный летний уровень +2,30 м отмечен в 1939 г. Средний уровень 50 % обеспеченности составляет + 3,14 м. Характерные уровни разной обеспеченности сведены в табл. № 19 .

Из приведенной таблицы видно, что минимальные среднемесячные уровни 95 % обеспеченности составляют + 2,28 м. В данном ряде наблюдений особо засушливыми являются 1939 г. (97% обеспеченность) и 1940 г. (92 % обеспеченности). В эти годы продол-

ХАРАКТЕРНЫЕ УРОВНИ РАЗЛИЧНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ

Характерные уровни	Обеспеченность в процентах											
	0,1	1	3	5	10	25	50	75	90	95	97	99
Среднегодовые	3,88	3,69	3,58	3,42	3,43	3,30	3,14	3,01	2,87	2,80	2,75	2,65
Максимальные годовые.....	6,86	6,42	6,16	6,03	5,82	5,48	5,13	4,80	4,50	4,34	4,23	4,03
Минимальные летние.....	2,86	2,76	2,70	2,67	2,62	2,54	2,46	2,38	2,30	2,26	2,23	2,18
Минимальные сред- немесячные летние.	3,02	2,88	2,81	2,77	2,71	2,62	2,52	2,42	2,33	2,28	2,24	2,22

жительность стояния межених уровней (меньше + 8,0 - 75 % обеспеченность) достигла в 1939 г. 259 дней - в марте и с конца апреля до конца декабря. В 1940 г. продолжительность таких уровней составила 277 дн. № 1/1, 13.Ш., 6.У-24.1Х. и 18.Х.-15.ХП.

Низкое стояние уровней зимой 1940г. объясняется зависимостью режима от засушливого 1939 года. Продолжительность стояния низких уровней по различным градациям высот приводится в таблице № 20

Таблица № 20

Продолжительность стояния низких уровней

Год	Уровень	Продолжительность уровня (м) в днях					
		2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	3,00
1939	2,80	88	77	165	190	216	259
1940	2,82	50	103	112	128	141	277

В таблице № 21 приведены многолетние характеристика уровня воды. Уровень воды показан в сантиметрах над нулем графика, причем высший годовой и низший летний и зимний выбраны из срочных наблюдений. Наивысшие уровни в многолетнем периоде обычно наблюдались в результате заторов льда.

Появление льда на р. Гае осенью в верхнем течении, в среднем, начинается 2.ХП., в нижнем 11-14.ХП. Процесс замерзания на более тихих участках длится более 4-5 дней, на более быстрых 7-10 дней. К середине декабря на реке обычно устанавливается ледяной покров. Самое раннее наступление ледостава отмечено в начале ноября (1941, 1942 г.), а самое позднее, в среднем течении - в конце января, в верхнем и нижнем - в середине февраля.

Таблица № 21

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ

р.ГАУИ по посту Царникава (нуль графика - I, II БС)

1934 - 1965 гг.

№ п/п	Г о д ы	:Уровень в :см над ну- :лем графика :выш.год./дата	:При- :чина	:Уровень :в см(БС)	: Низший летний: : уровень, дата: : над 0 графика:	: Низший летний : уровень и дата: (БС)	: Низший зимний: : уровень над : 0 графика и : дата	: Низший зимний : уровень и : дата ЭБС)
		1	2	3	4	5	6	7
I	1934	276 21/III	пав.	165 21/III	87 7/У	- 0,24	64 13/I	- 0,47
2	1935	206 3/III	"-	95 3/III	70 30/У	- 0,41	65 5/I	- 0,46
3	1936	218 16/X		107 16/X	80 30/У	- 0,31	85 22/XI-35	- 0,26
4	1937	240 26/III	пав.	129 26/III	74 24/X	- 0,37	92 3/II	- 0,19
5	1938	230 27/III	"-	119 27/III	86 3/X	- 0,25	78 10/I	- 0,33
6	1939	210 14/II		99 14/II	47 5/XI	- 0,64	88 31/XII	- 0,23
7	1940	233 21/IV	пав.	122 21/IV	70 1/XI	- 0,41	74 25/XI	- 0,37
8	1941	232 27/IV	"-	121 27/IV	61 11/VI	- 0,50	91 2/II	- 0,20
9	1942	293 15/IV	"-	182 15/IV	77 2/IX	- 0,34	66 20/XI	- 0,45
10	1943	234 20/II		123 20/II	78 15/IX	- 0,33	63 15/I	- 0,48
11	1944	-	-	-	-	-	98 19/XII	- 0,13
12	1945	240 5/IV	пав.	129/IV	94 30/У	- 0,17	82 20/III	- 0,29
13	1946	267 2/IV	"-	156 2/IV	80 28/X	- 0,31	97 15/III	- 0,14
14	1947	284 3/IV	"-	173 3/IV	72 1/IX	- 0,39	77 10/I	- 0,34
15	1948	236 23/X		125 23/X	79 21/У	- 0,32	80 3/III	- 0,31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	1949	254 25/II		143 25/II	77 24/XI	- 0,34	100 12/III	- 0,11
17	1950	240 25/III	пав.	129 25/III	84 29/УIII	- 0,27	84 4/II	- 0,27
18	1951	262 15/IV	"-	151 15/IV	48 10/XI	- 0,63	94 11/XI	- 0,17
19	1952	236 16/I		125 16/I	81 20/У	- 0,30	75 1/IV	- 0,36
20	1953	252 30/III	пав.	141 30/III	71 2/XI	- 0,40	104 12/II	- 0,07
21	1954	214 13/XI	зат.	103 13/XI	75 10/VI	- 0,36	60 26/II	- 0,51
22	1955	276 8/У	пав.	165 8/У	81 31/УIII	- 0,30	100 25/XI	- 0,11
23	1956	270 3,4/У	пав.	159 3,4/У	84 29/X	- 0,27	86 19/II	- 0,25
24	1957	334 30/XII	зат.	223 ^x 30/XII	91 29/У	- 0,20	99 10/XI	- 0,12
25	1958	206 25/X	-	95 25/X	85 20/IX	- 0,96	69 1/IV	- 0,42
26	1959	213 25/I	-	102 25/I	61 16/XI	- 0,50	102 26/XIII	- 0,09
27	1960	249 23/IV	пав.	138 23/IV	51 2/XI	- 0,60	43 6,7/XII	- 0,68
28	1961	262 30/III	"-	151 30/III	88 /IV	- 0,23	71 8/X	- 0,30
29	1962	283 7/IV	"-	172 7/IV	87 13/III	- 0,24	87 19/XI	- 0,24
30	1963							
31	1964							

Примечание: Причиной высшего годового уровня в 1957г. 30/XII (223 см БС) являлся ледяной затор в устье Гауи.

Ледоход, в первую очередь начинается в нижнем течении реки, в районе Мурьяни, где на быстринах вскрытие начинается около 22. III., на остальных участках ледоход, в среднем начинается в последние дни марта. В многолетнем периоде самый поздний ледоход наблюдался 20 апреля в верховье и 17 апреля в среднем и нижнем течении. Наиболее ранний весенний ледоход в верхнем течении наблюдался в начале марта, в среднем течении — в конце февраля, а в нижнем — 23,24 января (1944 г.). В верхнем течении ледоход обычно продолжается 5-6 дней, в нижнем 7-8 дней.

Острые извилины и широкие отмели на р. Гауе являются причиной частых заторов льда из-за обилия извилин и отмелей. Местоположение заторов льда здесь из года в год меняется. Часто заторы образуются у Виреши, Стренчи, Валимеры. Наиболее мощные заторы, и связанные с ними затопления поймы происходят в самом нижнем течении реки, в районе Царникава, где образование заторов повторяется почти ежегодно.

У впадения реки в море русло очень меняется. Глубины здесь небольшие, потому что устье мелеет, как со стороны реки, так и моря. Кроме того, ниже ж.д. моста, у Царникавы река делает отдельные крутые повороты. Имея в виду, что окрестность сравнительно низкая, понятно, что подъемы на 1,5-2,0 м вызывают наводнения, охватывающие обширные площади полей, а также дороги и населенные пункты.

У п. Царникава заторы льда происходят не только весной, но и в период оттепелей осенью и зимой. Например, мощный затор ниже ж.д. моста у п. Царникава образовался 29 декабря 1957 г. Отметка уровня достигла 3,34 м над уровнем моря и на 30 см превысила многолетний весенний максимум. Уровни даны

Средняя температура воды реки Гауя

Таблица № 22

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Колебания температуры воды	0°	0°	0°-1°	1°-8°	8-15°	15°-19°	19°	19°-16°	16°-10°	10-5°	5°-1°	1°-0°

в см над нулем графика (табл. № 23). После очищения реки Гауи от льда начинается повышение температуры воды. Следует указать, что в р. Гауе температура воды в течение всего года ниже температуры воды в соседних реках. — Даугаве и Лиелупе. Такое явление связано с усиленным питанием р. Гауи подземными водами, которые в летнее время имеют значительно ниже температуры, чем воды поверхностного стока.

Средняя годовая температура в р. Гауе равна $8,0^{\circ}$. Следует отметить, что в теплые годы максимальные летние температуры наступают раньше, чем в прохладные годы. Например, по данным А.А.Пасторса, в теплые годы средняя максимальная декадная температура достигает $24,5^{\circ}$ в р. Гауе, причем наступает во второй декаде июля. В средние годы максимумы наблюдаются в третьей декаде июля и достигают $19,5^{\circ}$, а в прохладные годы — $16,4^{\circ}$. В таблице 22 приведены средние температуры воды р. Гауи.

СГОННО-НАГОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА РЕКЕ ГАУЕ

В нижней части устьевом участке реки Гауи уровень воды в реке находится под влиянием уровня режима моря. При высоких нагонах в Рижском заливе подпор уровня распространяется примерно на 10–12 км вверх по реке. Поскольку за период разведки имеется всего один год полных наблюдений за режимом реки Гауи, характеристика сгонно-нагонных явлений в пределах участка приводится по посту Управления гидрометслужбы Латвийской ССР "Царнигава", расположенном в 3,5 км от места впадения р. Гауи в Рижский залив и соответственно в 12,5 км — 20,0 км от участков Мели и Паунас — Каулини.

МНОГОЛЕТНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УРОВНЯ ВОДЫ
И ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЙ р. ГАУЯ с. ЦАРНИКАВА
 нуль графика - I, II м БС

Годы и наименование характеристик	Весенний ледоход		: Очистнение : от льда, : уровень : и дата	: Появление : ледяных : образований, : уровень и : дата	: Начало : осеннего : ледохода, : уровень : и дата	: Начало : ледостава, : уровень и : дата	: Продолжи- : тельность : периода, : свободного : от ледяных : образований : (сутки)
	Высший уровень и дата	Начало ледохода, уровень и дата					
I	2	3	4	5	6	7	8
1934	276 21/III	276 21/III	202 28/III	100 6/XII	100 6/XII	108 7/XII	253
1935	150 2/III	131 24/III	156 26/III	88 20/XI	88 20/XI	87 21/XI	239
1936	210 21/III	210 21/III	176 22/III	112 20/XI	112 20/XI	180 11/I-37	243
1937	205 3/IV	205 3/IV	154 4/IV	127 27/XI	127 27/XI	102 3/XII	237
1938	205 7/I	205 7/III	173 17/III	108 15/XII	108 15/XII	102 17/XII	273
1939	135 I/III	135 I/III	130 2/III	81 24/XI	81 24/XI	92 11/XII	267
1940	186 17/IV	186 17/IV	154 18/IV	160 11/XII	160 11/XII	130 14/XII	237
1941	145 16/IV	145 16/IV	137 17/IV	99 2/XI	99 2/XI	154 9/XI	159
1942	242 16/IV	242 16/IV	236 17/IV	92 8/XI	92 8/XI	106 11/XI	205
1943	204 14/III	165 13/III	147 15/III	138 11-XII	138 11/XII	165 2/I-44	271
1944	138 25/III	107 10/III	105 4/IV	112 9/XII	112 9/XII	135 16/XII	249
1945	180 30/III	150 26/III	188 31/III	116 25/XI	116 25/XI	106 3/XII	239
1946	264 3/IV	264 3/IV	229 7/IV	119 16/XI	-	84 19/XI	223

1	2	3	4	5	6	7	8
I947	284 3/IV	284 3/IV	229 7/IV	113 18/XI	113 18/XI	112 17/XII	225
I948	I20 3I/III	I20 3I/III	I06 1/IV	I52 1/IV	I52 14/XI	I36 18/I	227
I040	254 25/II	254 25/II	I24 29/III	I60 27/XII	I00 27/XII	I37 1/I-50	273
I950	240 25/III	I94 24/III	I58 30/III	I0I 5/XI	I0I 5/XI	112 1/I-5I	220
I95I	214 6/IV	I39 3/IV	I87 7/IV	47 11/XI	59 13/XI	I44 23/I-52	218
I952	I38 13/IV	I38 13/IV	I55 14/IV	118 26/XI	I32 27/XI	I48 2/XII	226
I953	252 30/III	211 28/III	233 3I/III	I26 24/XI	I26 24/XI	116 15/XII	238
I954	113 1/IV	113 1/IV	114 4/IV	I45 20/XI	I4I 2I/XI	I47 2/I-55	230
I955	119 17/IV	118 6/IV	112 20/IV	I46 23/XI	I68 25/XI	I54 26/XI	217
I956	I79 24/IV	118 17/IV	202 25/IV	I34 3I/X	I52 7/XI	111 9/XI	189
I957	I38 30/III	I39 30/III	I28 1/IV	I30 27/XI	I30 27/XI	I24 28/XI	240
I958	I43 17/IV	I08 14/IV	I63 18/IV	I08 27/XI	I42 2/XII	I69 11/XII	223
I959	I65 6/III	I48 5/III	I27 14/III	82 17/XI	82 17/XI	48 5/XII	248
I960	98 12/IV	83 10/IV	I2I 13/IV	94 19/XI	94 19/XI	116 18/I-6I	220
I06I							
I962	216 6/IV	196 10/IV	23I 11/IV	92 13/XI	I29 17/XII	I57 18/XII	

Стопно-нагонные процессы тесно связаны с ветровой деятельностью. Положение уровня в Рижском заливе зависит от перемещения ветрами водных масс в Балтийском море. Связь Рижского залива с морем осуществляется через два пролива—Ирбенский и Муху. Приток воды или ее отток из Рижского залива определяется, главным образом, направлением и силой ветра в Балтийском море. Самый большой нагон наблюдается тогда, когда дуют ветры В, ЮВ, СЮВ, ЗСВ направлений.

Сгон в Рижском заливе возникает при условиях, когда дуют ветры С СВ, СВ, ВСВ и В. Стоит ветру изменить свое направление или силу, как сразу один процесс переходит в другой или совершенно прекращается.

По данным Гидрометеослужбы максимальный уровень нагона в многолетнем разрезе (1,84 по посту Царникава наблюдался один раз в 100 лет (1)%. Максимальные нагоны в 1962-64 г. отмечены в январе, феврале, августе, сентябре и октября.

Отметки наиболее высокого положения нагонов в 1962 г. показаны в таблице 24

Таблица 24

Пост	Н см				
	БС (макс)				
	Январь	Февраль	Август	Сентябрь	Октябрь
Царникава	114	137	109	149	95

Из таблицы видно, что особенно высоким был нагон в сентябре, когда уровень у поста Царникава достиг 149 см, что только на 23 см ниже уровня половодья того же года. Максимальные уровни воды в Гауе во время половодья показаны в таблице 25

Таблица 25

Пост	Расстояние от устья в км	Максимальный уровень			
		половодья		нагона	
		Нсм (БС)	Дата	Нсм (БС)	Дата
Царникава	3,5	172	7.IV.	149	13.IX.

Такой высокий подъем в летний период наблюдался редко. Во время нагона 13.IX. река вышла из берегов и затопила низко расположенные луга и поля. При этом местами был размыт берег Гауи.

Минимальный уровень во время сгонов на устьевом участке в 1962 г. не опускался ниже - 24 см (таблица 26)

Таблица 26

Пост	Максимум					
	1962 г.			Многолетний		
	Н см (БС)	Дата	Причина	Н см (БС)	Дата	Причина
Царникава	172	7.IV.62г.	Затор	228	30.XII.57г.	Затор

Продолжение

Пост	Минимум					
	1962 г.			Многолетний		
	Н см (БС)	Дата	Причина	Н см	Дата	Причина
Царникава	-24	13.III. и 19.XI.62г.	Сгон	-68	6-7.XII.1959г.	Сгон

По многолетним наблюдениям наиболее низкий уровень (-68) отмечен в декабре 1959 года.

Максимальный нагон в 1963 г. отмечен 12 октября. При этом наиболее высокий уровень находился на отметке 166 см, т.е. на 10 см ниже максимального уровня половодья (176 см).

Динамика изменения уровня во время нагона показана в таблице 27:

Таблица 27

Дата	Время наблюдений	Положение уровня
12.X.63г.	8 часов	63 см
"	14 часов	133 см
"	17 часов	161 см
"	20 часов	166 см
13.X.63г.	00 часов	146 см
"	4 "	101 см
"	8 "	63 см

Влияние нагонов на уровни воды в реке находится в прямой зависимости от рельефа дна русла и его уклонов, а также от положения уровня моря.

По данным Гидрометеослужбы на участке между впадением Гауи в Рижский залив и точкой, расположенной на расстоянии 10-12 км от устья, дно русла характеризуется отрицательными отметками (граф. прил. № 33). Колеблются они здесь в пределах от 0,0 (хут. Карли) до -7,2 ниже уровня моря, на расстоянии 10-11 км от моря от - 2,7- 0,2. Начиная с 13 км от устья и выше дно русла поднимается выше уровня моря. В 16 км от устья наиболее глубокая часть русла находится уже на отметке + 2,0, а в 25 км - на + 3,5 .

Контрольные промеры, сделанные Гидрогеологической партией подтвердили данные Гидрометеослужбы. Несмотря на то, что влияние нагонов в р. Гауе сказывается до 10-12 км, морские воды на столь большие расстояния от устья не поступают. Поступлению воды в Гаую из Рижского залива до точки распространения влияния нагонов препятствует ряд причин. Первой из этих причин являются большие уклоны дна реки, второй - противодействие столба воды реки Гауи и большие скорости течения, достигающие 0,30 м/сек (в середине), и третьей, основной - кратковременность нагонов. Из таблицы ... видно, что продолжительность наибольшего по величине нагона (12.X.63) продолжается менее одних суток. Из этой же таблицы видно, что максимальной высоты уровень достиг через 12-14 часов, после чего начался спад. Можно предполагать, что в скором времени после этого прекратилось и поступление морской воды в устье Гауи.

Характерным в этом отношении являются данные хим.анализов, отобранных из р. Гауи в момент нагона в 1961-1964 г. в районе канала Гауя-Балтэзерс (табл. № 28). Дело в том, что по каналу поступает вода в оз. Балтэзерс, из которого она отбирается для искусственной инфильтрации и за весь период эксплуатации этого озера (1954-1965 г.) поступления морской воды в него анализами не отмечено.

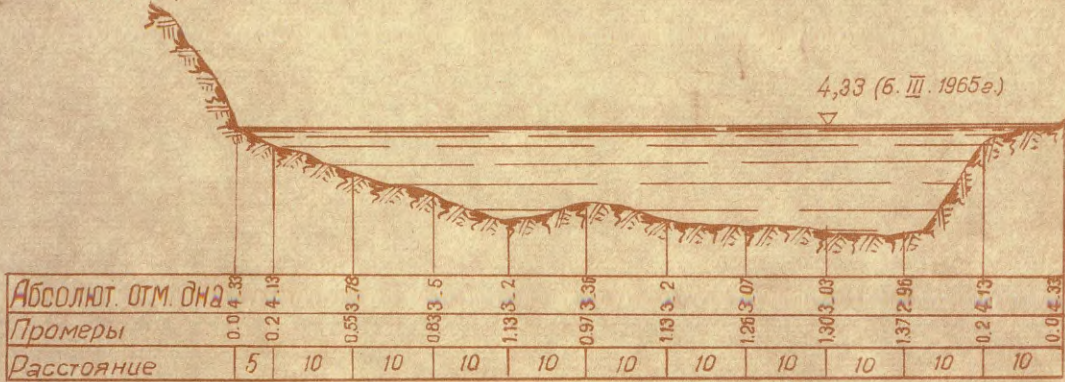
Кроме вышеизложенного этот же вывод подтверждается также следующим: на продольном профиле р. Гауи отложена линия, соответствующая уровню максимального нагона, которая захватывает только фланг участка Мели-Пурмали (графическое приложение № 43).

Поперечные профили р. Гауи

Мост у хутора Ани

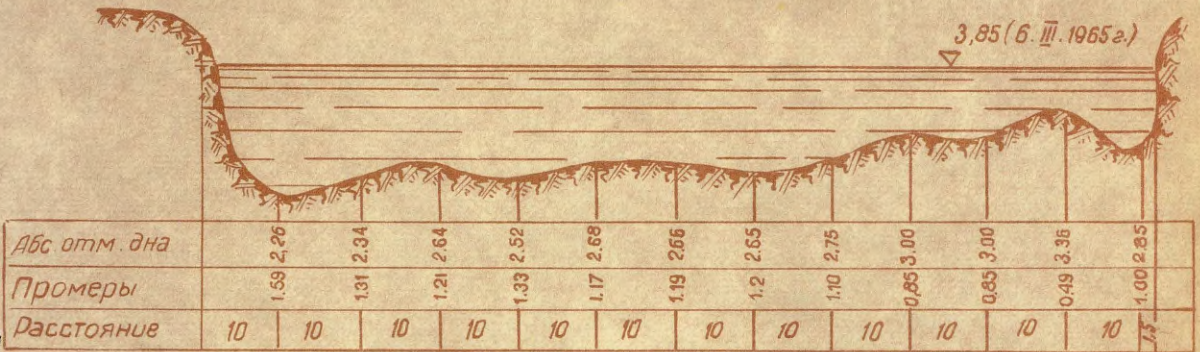
От поста - 20,9 км
Левый берег

Правый берег



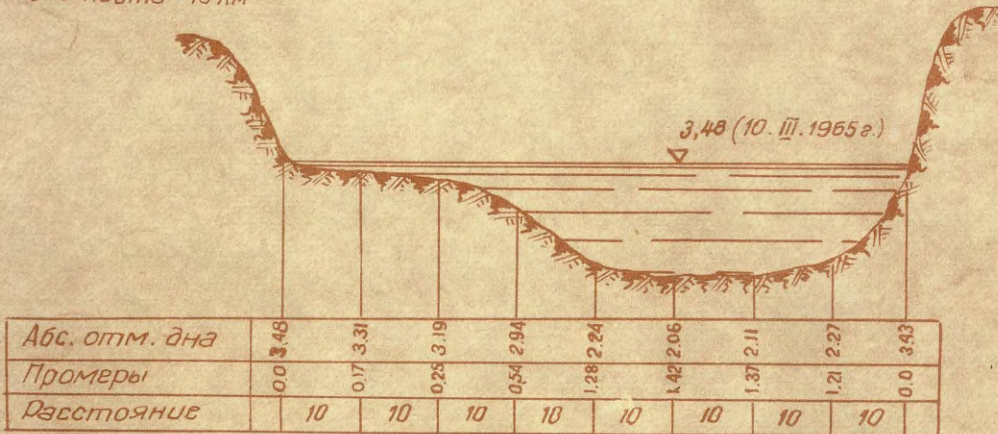
I куст

От поста - 17 км



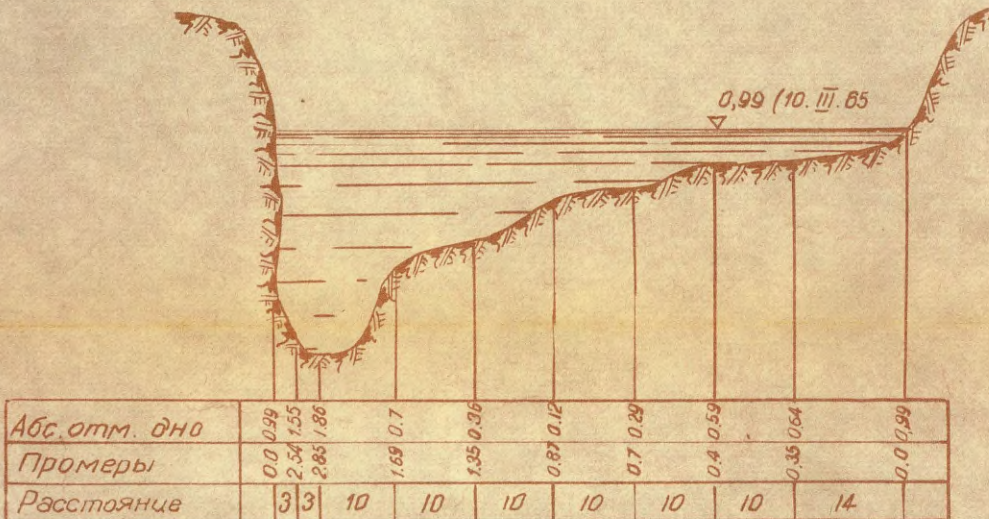
II куст (водозабор)

От поста - 13 км



83 скважина

От поста - 6 км



М 1:100
В 1:10

Составил: *В. Г. Тярве* / Тярве В. /
Проверил: *Л. И. Колоколов* / Колоколов Л. /
Копировала: *М. Кнабе* / Кнабе М. /

ПОКАЗАТЕЛИ СВОЙСТВ ВОДЫ Р. ГАУИ В УСТЬЕ КАНАЛА ГАУЯ - БАЛТЭЗЕРС

Таблица № 28

№ п/п	Дата взятия проб	Цвет: в гра- дусах:	Прозрач- ность по Седимену, см	Железо общее мг/л	Хлориды мг/л	Сухой остаток мг/л	Окисляе- мость по Кумбелю мг/л	Жесткость в градусах		Фенолы мг/л	Взвеш. мг/л	O ₂		БПК ₅ мг/л O ₂	Коли- титр
								Посто- янная	Общая			мг/л	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	13/IX.61г	60	20	0,50	8,2		7,8	0,50	10,90		-			1,09	0,01
2	4/X	15	19	0,40	8,9		5,4	-	11,45		-			1,02	1
3	31/X	25	21	0,35	8,2		7,4	0,60	12,40		7,4			1,20	1
4	28/УШ.62	120	30	0,55	2,5	190	18,8	0,28	7,28		76,0			0,65	0,1
5	17/X	75	16	0,80	5,0		11,4	0,94	11,20		12,0			1,51	0,1
6	3/I-63г.	60	32	0,90	11,0	251	11,4		12,32		16,8				0,1
7	27/II	25	28	0,85	7,8	255	5,9	0,11	12,57		16,0			0,37	0,1
8	30/УП	60	4	0,35	16,0	228	10,0	2,52	14,28		196 ^x)	10,13	109,5	1,31	0,01
9	21/УШ	30	11	следы	12,1	354	6,2	0,95	12,99		26,0	9,90	97,4	0,66	0,001
10	1/X	40	23	0,10	10,6	230	5,9	1,01	12,77		16,8	11,63	99,8	0,34	-
11	15/X	90	12	0,20	9,9		13,7	2,10	10,78		22,4	10,46	85,5		1
12	15/II-64г	40	14	0,15	18,4	256	17,6	0,59	12,91	0,0080	2,8	13,66	93,2	2,66	0,0001
13	30/УП	30	18	0,05	19,9	290	3,4	0,28	13,72	0,0120	8,8	9,75	100,8	2,11	0,01
14	18/УШ	30	12	0,15	17,0	278	4,2		12,26	0,0016		9,60	95,2	2,23	1
15	3/IX	10	13	0,15	15,6	260	3,4		12,57	нет	46,0	10,42	97,8	2,45	10
16	23/IX	40	19	0,10	11,4	252	2,3		12,40	0,0005	36,0	11,30	98,7	0,62	10
17	12/X	20	15	0,30	12,1	270	4,8	0,64	12,68	0,0003	5,4	11,60	98,5	3,34	0,1

120
0,01

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Среднее:	47	16	0,37	10,7	249	3,4	0,77	11,23	0,0046	29,8	10,66	94,5	1,41	1,0	
Наибольшее	120	32	0,90	19,9	354	18,8	2,52	14,28	0,0120	196 ^{x)}	13,66	109,5	2,66	10	
Наименьшее	10	4	следы	2,5	163	2,3	0,11	7,28	нет	2,8	960	85,5	0,34	0,00001	

х) Увеличение за счет сброса.

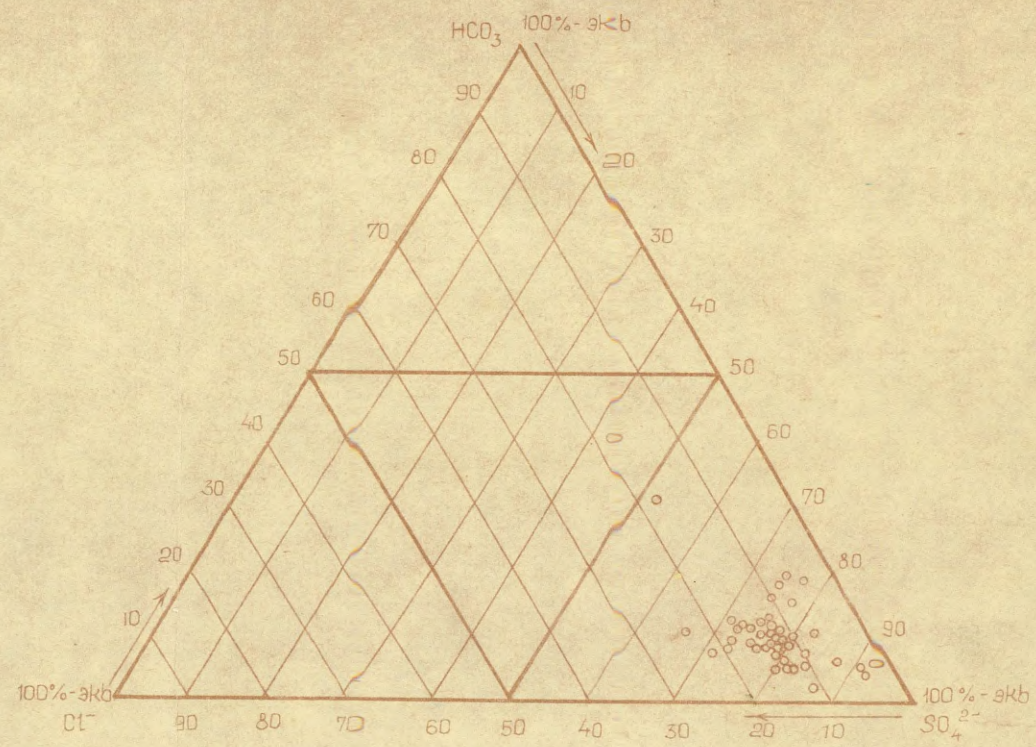
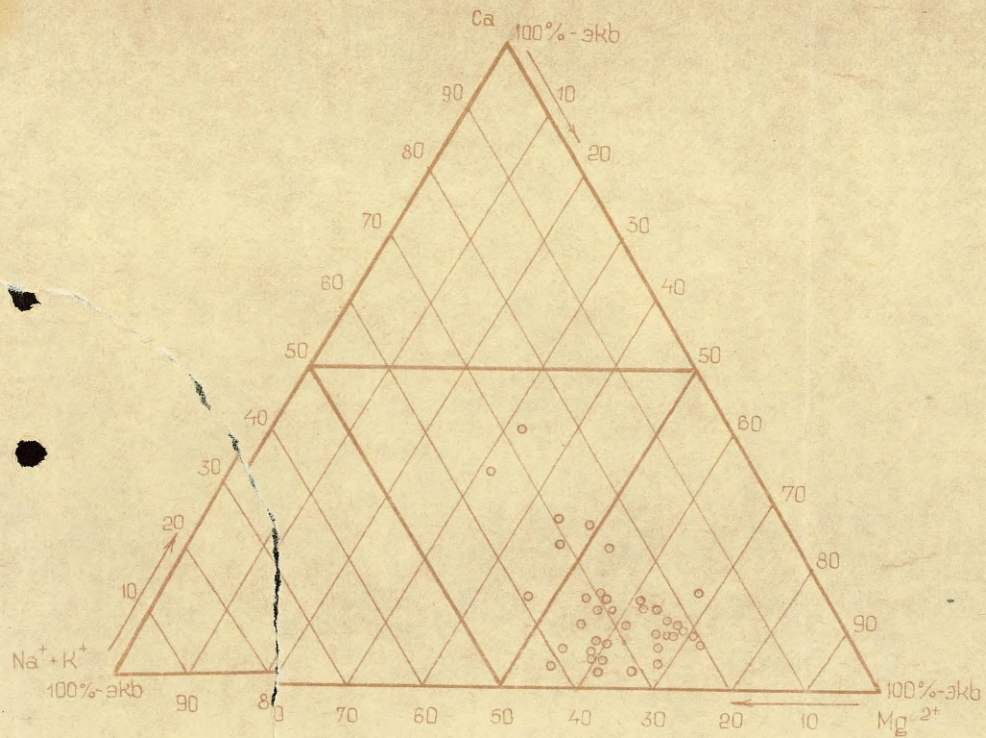
ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОПЫТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ВОДОЗАБОРЕ.

Опытнo-эксплуатациoнный водозабор расположен в излучине р. Гауи (граф.прилож. № 48). Водонoсный горизонт приурочен в oсновном к аллювиальным oтложениям мощностью от 27,80 до 39,80 . Аллювиальные oтложения представлены разнoзернистыми пeсками с гравием и галькой. Вдoль берега р. Гауи на расстояние 70-80 м от уреза реки пробурено 14 скважин с расстоянием между скважинами 50 м. Глубина скважин колеблется от 24.0 м (скв. № I) до 36,0 м(скв. № 12) . Скважины оборудованы керамическими фильтрами блочного типа на 10" перфорированных трубах, Длина фильтра в среднем равняется 15 м.

Дебит каждой скважины составляет 18 л/сек при понижении 1,8 м. Водозабор пущен в эксплуатацию в ноябре месяце 1964 года. Уровни установились в первый день эксплуатации и каких-либо отклонений за время работы водозабора не наблюдались, что свидетельствует о возобновлении эксплуатационных запасов грунтовых вод участка за счет инфильтрации речных вод. Данные о химическом составе грунтовых вод в период эксплуатации приведены на стр. 147-148 ; 150-151 .

Разрез водозабора и депрессионная воронка представлены на граф.прилож. № 46; № 21

ГРАФИКИ-ТРЕУГОЛЬНИКИ ПО ХИМИЧЕСКИМ АНАЛИЗАМ УЧАСТКА „ЗИЕДУЛИ – КАУЛИНИ“



ГЛАВА УІ. КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД, САНИТАРНАЯ ОХРАНА ВОДОЗАБОРА.

Характеристика грунтовых вод

В пределах исследуемой площади опробованы грунтовые воды, приуроченные к четвертичным отложениям различного гранулометрического состава и генезиса. Химический состав вод приводится в таблице № . Вода прозрачная, без привкуса, цветность колеблется от 5 до 20⁰ и только в двух случаях получена более высокая цветность - 25⁰ (скв. № № 70 и 83).

Анализы показывают, что это ультрапресные и пресные воды, по преобладающим в них компонентам, относящиеся к гидрокарбонатно-кальциевому типу.

Формирование химического состава грунтовых вод участка обусловлено климатическими особенностями Прибалтики. В условиях избыточного увлажнения происходит постоянное промывание водовмещающих пород и вынос всех наиболее легко растворимых солей. При этом ведущую роль в солевом составе этих вод получают гидрокарбонаты (HCO_3^-) и кальций (Ca^{2+}).

Из графиков (граф.прил. № 34) следует, что содержание преобладающих ионов колеблется в пределах: гидрокарбоната (HCO_3^-) от 71 до 92 экв.% и кальция (Ca^{+2}) - от 55 до 72 экв.%.

Минерализация воды по участку не превышает 0,29 г/л (скв. I7), при ее среднем значении 0,17 г/л. Вода с наиболее низкой минерализацией (0,07 г/л) встречена в скв. 65 в марте месяце 1964 года.

Общая жесткость колеблется от 1,2 (скв. 65) до 4,1-4,7 мг-экв/л (скв.17).

Следуя классификации О.А. Алекина, эти воды по степени жесткости можно отнести к типу очень мягких, мягких и умеренно-жестких вод. Преобладают среди них мягкие воды.

Пределы максимальных и минимальных содержаний основных анионов и катионов, определяющих минерализацию воды показаны в нижеследующей таблице 29:

Таблица 29.

Наименование компонентов	Максимум			Минимум		
	мг/л	№ скв.	месяц	мг/л	№ скв.	месяц
HCO_3^-	246,1	15	июнь	62,4	8,4	март
SO_4^{2-}	57,6	17	июнь	1,6	10,78	февраль
Cl^-	24,0	17	июнь	3,0	10	февраль
Ca^{2+}	58,1	17	июнь	15,0	84	март
Mg^{+2}	23,6	17	июнь	3,9	85	февраль
Mg^{+2}	23,6	14	июнь	4,0	65	март

Из таблицы видно, что в летний период грунтовые воды участка наиболее минерализованы, наименьшая минерализация характерна для зимнего периода.

Суммарное количество железа ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) находится в пределах требований, предъявляемых к воде источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (ГОСТ-2761-57). На участке детальной разведки оно колеблется от 0,02 (скв.7) до 1,0 мг/л (скв.17), в основном же не превышает 0,3-0,4 мг/л (текстов. приложение № 18). Исключением является лишь крайняя западная часть участка, где содержание железа увеличивается до 1,25-2,5 мг/л (скв. 9 и 15).

Повышенное содержание его констатировано также в грунтовых водах излучины Гауи. В эксплуатационных скважинах опытного водозабора, построенного в излучине (№ № 11, 12, 13, 14), содержание железа варьирует от 0,5 до 2,5 мг/л.

В грунтовых водах участка установлено присутствие небольших количеств азотистых соединений. По анализам проб, отобранных в разное время года, содержание ионов NH_4^+ в осенний период колеблется от 0,0 до 0,1 мг/л (скв. № № 2 и 20), в зимний - от 0,0 до 0,5-0,8 мг/л (скв. № № 7 и 70), в летний - от 0,0 (скв. № № 84, 100, 15) до 0,3-0,4 (скв. № № 9, 11, 17).

Присутствие в грунтовых водах свинца, цинка, фтора и меди не выходит за пределы норм, предусмотренных ГОСТом 2874-54 - " Вода питьевая ".

Для характеристики содержания урана в процессе разведки отобрано 30 проб на перло-люминесцентный анализ. Результаты анализов сведены в табл. 30

Таблица № 30

№ № п/п	Дата отбора проб	№№ скв.	Содержание урана	№№ п/п	Дата отбора	№№ скв.	Содерж. урана
1.	23. XI. 63г.	2	$5 \cdot 10^{-7}$	16	31. I. 64г.	70	$5 \cdot 10^{-7}$
2.	29. XI. 63г.	3	$6,0 \cdot 10^{-7}$	17	21. V. 64г.	13	$6,2 \cdot 10^{-7}$
3.	11. XII. 63г.	Река	$7,4 \cdot 10^{-7}$	18	21. V. 64г.	13	$5,6 \cdot 10^{-7}$
4.	14. XII. 63г.	4	$7,4 \cdot 10^{-7}$	19	3. VII. 64г.	14	$5,6 \cdot 10^{-7}$
5.	15. XII. 63г.	4	$5 \cdot 10^{-7}$	20.	30. VII. 64г.	20	$7,2 \cdot 10^{-7}$
6.	8. I. 64г.	5	$5,4 \cdot 10^{-7}$	21.	1. IX.	1	$5,4 \cdot 10^{-7}$
7.	9. I. 64г.	1	$5 \cdot 10^{-7}$	22.	2. IX	1	$5 \cdot 10^{-7}$
8.	9. I. 64г.	20п	$5 \cdot 10^{-7}$	23.	28. IX.	2	$5,4 \cdot 10^{-7}$
9.	9. I. 64г.	1	$5 \cdot 10^{-7}$	24.	5. XI.	135	$6,2 \cdot 10^{-7}$
10.	16. I. 64г.	63	$5 \cdot 10^{-7}$	25.	15. X.	106	$6,6 \cdot 10^{-7}$
11.	16. I. 64г.	60	$5,6 \cdot 10^{-7}$	26.	16. X.	22	$7,2 \cdot 10^{-7}$
12.	30. I. 64г.	1	$5 \cdot 10^{-7}$	27.	20. X. 64г.	115	$5,6 \cdot 10^{-7}$
13.	30. I. 64г.	5	$5 \cdot 10^{-7}$	28.	22. X. 64г.	24	$6,0 \cdot 10^{-7}$
14.	30. I. 64г.	3	$5 \cdot 10^{-7}$	29.	22. X. 64г.	22	$6,6 \cdot 10^{-7}$
15.	30. I. 64г.	4	$5 \cdot 10^{-7}$	30.	26. X. 64г.	123	$6,0 \cdot 10^{-7}$

Из таблицы следует, что содержание урана в грунтовых водах долины р. Гауи на исследуемом участке значительно ниже норм, установленных для централизованного водоснабжения.

Характерным для грунтовых вод в районе излучины Гауи является присутствие сероводорода. Запах сероводорода ощущается при откачке воды из скважин № № 3, 4, 62, 64. По анализам, выполненным методом титрования, установлено, что концентрация его в этом районе достигает 0,6–1,7 мг/л. Причиной появления H_2S являются органические вещества торфяно-илистых образований, развитых в районе излучины. В скважинах, пробуренных на других участках, запах сероводорода не ощущается.

С целью выяснения степени загрязненности грунтовых вод долины Гауи были отобраны пробы на бактериологический анализ. Пробы отбирались как при одиночных, так и при групповых откачках скважин.

Результаты анализов показаны в таблице . Из таблицы видно, что полученные значения коли-титра отвечают чистой здоровой воде, и только пробы, отобранные из отдельных скважин в летний период, имеют более низкие показатели. Однако, наибольшее число отрицательных показателей падает на начало откачки. По мере продолжения ее наблюдается улучшение качества воды — коли-титр увеличивается до 333 .

Для выяснения возможного изменения химического состава грунтовых вод долины Гауи за счет подпитывания их напорными водами в районе участка были отобраны пробы из залегающего ниже швентойского водоносного горизонта. Анализ показал, что эти воды по всем показателям отвечают требованиям ГОСТа "Вода питьевая" и не могут служить источником ухудшения качества грунтовых вод (текст. прил. 18).

Характеристика химического состава воды реки Гауи.

Для возможности сравнения химического состава поверхностных и грунтовых вод в процессе разведочных работ производился отбор проб из р. Гауи на химический и бактериологический анализ.

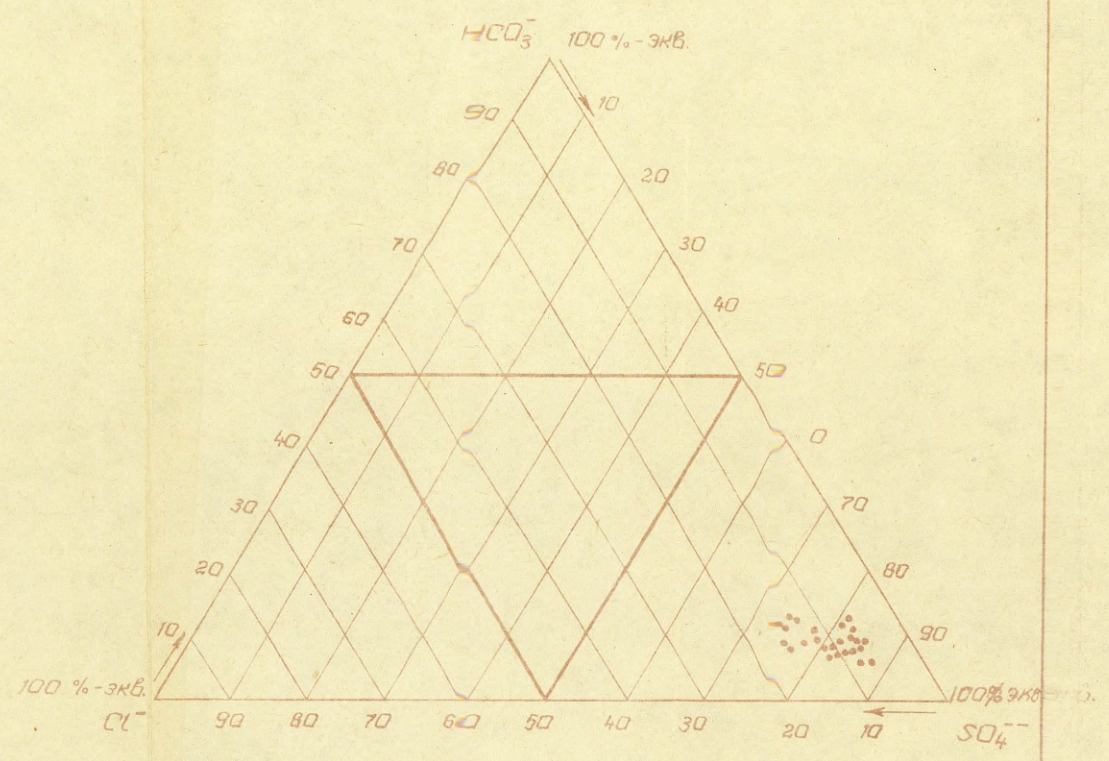
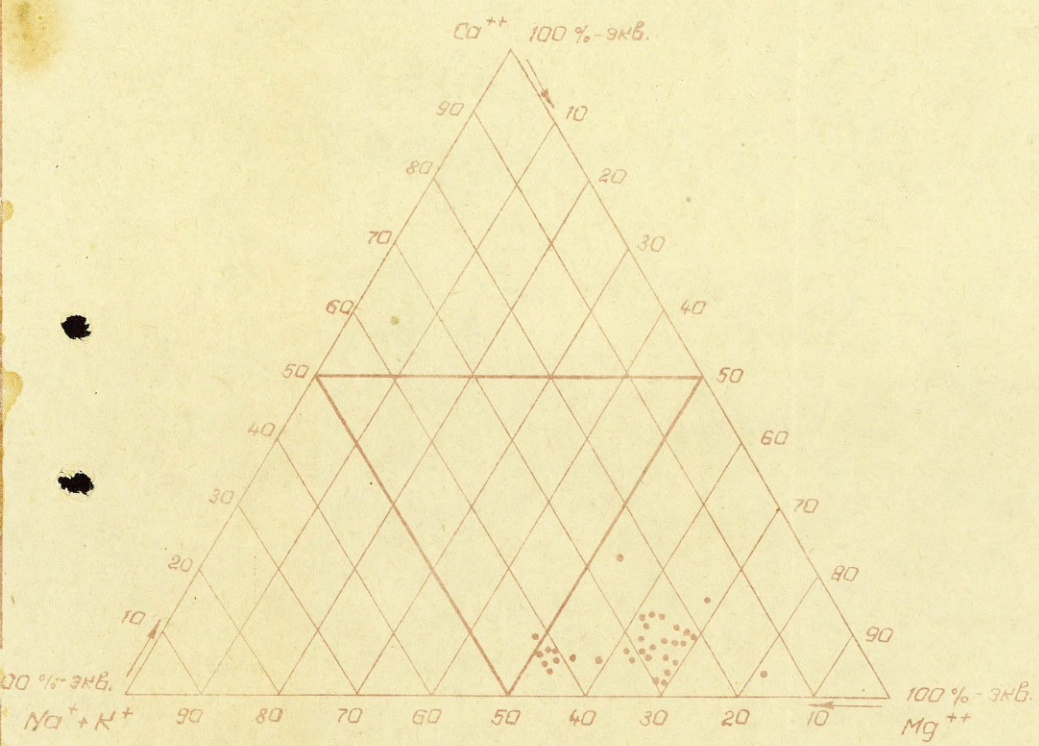
Химический состав воды р. Гауи сравнительно однороден, что в значительной мере определяется характером питания реки. Основными факторами, обуславливающими химический состав и степень минерализации речных вод, являются почвенный и растительный покров, литологический состав пород, а также климатические условия.

Река в своем среднем течении и ее притоки (Рауна, Брасла, Амата) дренируют не только подземные воды четвертичных отложений, но и воды девона. По имеющимся данным, в период весеннего половодья грунтовый сток составляет 41,3%, поверхностный — 58,7%. В период межени доля грунтового стока значительно увеличивается. В силу чего на реке отмечается естественный ход колебания химического состава воды, т.е. повышение минерализации вод до максимальной в период устойчивого зимнего ледостава, уменьшение минерализации до минимальной в период осеннего половодья, возрастание минерализации в период летней межени и кратковременное понижение в период осенних и летних паводков (табл. № 31). Аналогичное явление прослеживалось и в период разведки. Так, по данным химических анализов, отобранных из реки в январе 1964 года сумма ионов составила 367,5 мг/л, во время весеннего половодья 187,9 мг/л, а в период летней межени снова увеличилась.

В целом же по своему химическому составу, речная вода практически не отличается от дренируемых ею водоносных горизонтов. Воды реки ультрапресные, относящиеся к гидрокарбонатно-кальциевому типу, с общей жесткостью от 2,6 до 4,6 мг/экв, с сухим остатком от 0,2 до 0,3 г/л. Большим колебаниям подвержена цветность воды (10-100⁰).

Воды р. Гауи содержат в растворенном состоянии не только неорганические соединения, но и органические. Продукты разложения органических веществ поступают в реку с поверхностными водами, а также образуются в результате отмирания организмов в самой реке. Зарастаемость русла небольшая, вследствие чего река содержит невысокие концентрации биогенных и органических веществ. Небольшие периодические загрязнения обусловлены лесосплавом.

ГРАФИКИ - ТРЕУГОЛЬНИКИ
ПО ХИМИЧЕСКИМ АНАЛИЗАМ РЕКИ ГАУИ



Составила: *Лунь* / Тосон Р. А. /
Копировала: *М. Князе* / Князе М. А. /

ХАРАКТЕРИСТИКА СОЛЕВОГО СОСТАВА ВОДЫ

Элементы характеристики	Половодье			Межень		
	Наивысшая наблюдаемая концентрация:	Наинизшая наблюдаемая концентрация	Наиболее часто повторяющаяся концентрация	Наивысшая наблюдаемая концентрация	Наинизшая наблюдаемая концентрация	Наиболее часто повторяющаяся концентрация
Σ_u	$\frac{150,9}{5.IV.54г.}$	$\frac{90,4}{12.IV.51г.}$	118,0	$\frac{390,1}{14.XI.59г.}$	$\frac{153,5}{8.VII.60г.}$	305,0
Ca^{2+}	30,4	17,7	26,1	64,9	32,3	52,6
Mg^{2+}	6,9	3,5	4,8	19,5	3,6	12,5
$Na^+ + K^+$	1,2	0,0	0,0	6,0	1,5	4,8
HCO_3^-	101,3	62,8	95,8	271,4	104,3	213,0
SO_4^{2-}	9,7	6,4	9,3	21,9	10,3	15,0
Cl^-	3,0	0,0	1,4	5,4	0,5	4,2

Сезонные колебания биогенных элементов в значительной мере обусловлены потреблением их планктонными организмами и различной интенсивностью распада и минерализации органического вещества (в основном свободно плавающих и донных водорослей).

По данным А.А.Пасторса на участке реки г.Валмиера - с. Царникава содержание биогенных веществ более или менее изменяется.

Содержание фосфора, нитритов и нитратов в большинстве случаев возрастает, а содержание растворенного кислорода, общего железа и кремния, а также окисляемость воды понижаются (табл. 32).

Таблица 32

Изменение содержания в воде некоторых элементов гидрохимической характеристики на участке реки от г. Валмиера до с. Царникава.

Место взятия проб	Дата	pH	O ₂	NO ₃ ⁻¹	NO ₂ ⁻¹	P	Fe общ.	SiO ₂	Окис- ляем.	Σ _и мг/л
1960г.										
г.Валмиера	4.VII.	7,36	12,7	0,50	0,0000	0,07	0,08	0,4	11,1	303,5
с.Царникава	5.VIII.	8,20	9,64	0,80	0,001	0,007	0,08	6,4	5,5	319,2
г.Валмиера	7.XI.	7,56	13,20	2,00	0,000	0,005	0,20	6,2	25,0	205,9
с.Царникава	7.XI.	7,62	13,92	3,00	0,002	0,005	0,08	6,2	19,4	232,7
1961г.										
г.Валмиера	26.IV.	7,60	9,99	0,85	0,002	0,037	0,52	4,6	11,2	256,9
г.Сигулда	27.IV.	7,60	10,5	1,00	0,002	0,057	0,32	4,0	7,3	273,8
г.Валмиера	12.IX.	7,60	10,8	0,40	0,000	0,003	0,20	5,4	11,6	318,1
г.Сигулда	12.IX.	7,60	10,5	0,75	0,000	0,003	0,16	5,4	10,4	323,5
г.Валмиера	13.XII.	7,30	10,5	1,50	0,024	0,037	0,36	8,4	22,0	241,4
г.Сигулда	14.XII.	7,38	10,3	4,00	0,017	0,041	0,16	7,4	22,8	280,0
1962г.										
г.Валмиера	14.II.	7,38	10,50	1,50	0,024	0,011	0,44	5,4	10,3	340,1
г.Сигулда	16.II.	7,30	10,30	4,00	0,017	0,009	0,24	4,8	9,6	353,2
г.Валмиера	11.IV.	7,19	12,0	4,00	0,003	0,056	0,40	3,4	11,8	117,4
г.Сигулда	14.IV.	7,20	12,6	4,00	0,025	0,061	0,36	3,8	14,00	128,2

Содержание общего железа (табл. № 32) в период между 1961-1963 г. в воде реки колебалось от 0,08 до 0,52.

За этот же период по данным гидрометеорологической службы содержание железа в период 1960^{г.} колебалось от 0,08 до 1,08 мг/л, в 1961 от 0,08 до 1,44 мг/л, а в 1962 - от 0,16 до 1,52 мг/л. Аналогичные цифры приводятся и рядом других исследователей. Содержание железа выше 1 мг/л, обычно связано с паводковыми явлениями и носит кратковременный характер. В среднем же в нижнем течении Гауи содержание железа в воде не превышает 0,3-0,6 мг/л.

По данным А.А.Пасторса (37) содержание растворенного в воде кислорода относительно повышенное. Острый дефицит кислорода в зимние месяцы не обнаруживался. Лишь 13.П.1956 года было отмечено 3,60 мг O_2 /л (25%), а 12.Ш.57 г. - 5,13 мг O_2 /л (35%). Обычно в зимние месяцы концентрация растворенного в воде кислорода колеблется от 10,0 (68%) до 12,0 (82%).

В период прохождения дождевых паводков содержание кислорода понижается ввиду расходования последнего для окисления органических веществ. Так, например, 7.УШ.54 г. по данным того же автора было отмечено 5,76 мг O_2 /л (65%). Осенью абсолютное содержание в воде растворенного кислорода возрастает до 10,5-12,0 мг O_2 /л, а относительное содержание снижается до 80 %.

Перманганатная окисляемость, которая отражает расходование растворенного в воде кислорода в процессах окисления, для воды р. Гауи относительно низкая. В период зимней межени окисляемость воды обычно колеблется от 7,0 до 13,0 мг O_2 /л. В период паводков окисляемость воды, как правило, возрастает до 15,0-26,0 мг O_2 /л.

В период летних дождевых паводков неоднократно отмечалась повышенная окисляемость: 7.УШ.54 г. $O_2 = 22,6$ мг/л, 26.УШ.54 г.

$O_2 = 31,9$ мг/л, 8.УШ.60 г. $O_2 = 27,9$ мг/л. Осенью окисляемость воды р. Гауи колеблется в широких (от 15,0 до 25,0 мг O_2 /л пределах).

Результаты бактериологического исследования представлены в таблице 33.

Из вышесказанного следует, что поверхностные воды реки Гауи по химическому составу близки к грунтовым водам и участвуют в формировании химического состава последних. Вода р. Гауи не подвержена эффективному загрязнению промышленными отходами и отражает совокупность свойств окружающих пород и поверхностных слоев почв (граф. прил. № 49).

Результаты опытных работ.

В процессе детальной разведки было проведено несколько опытных работ, связанных с изучением химизма воды, результаты которых приводятся в настоящем разделе.

На IV опытном кусту (граф. прил. № 17) был поставлен опыт по изучению изменения химического состава и степени биологической очистки в зависимости от расстояния опытной скважины от реки. Скважины № № 10, 84, 85, 6 и 65 располагались перпендикулярно к урезу реки на расстояниях 35,4; 60,0; 97,0; 112,0 и 233,5 м. По коэффициенту фильтрации и по приведенным расстоянием была рассчитана продолжительность откачек, которая составила соответственно 22, 25, 28 и 34 м/см, т.е. теоретически было рассчитано время, за которое речные воды подойдут к скважине. В качестве контрольной опробовалась скважина № 65, находящаяся вне зоны влияния реки. При последовательных откачках из скважин были получены следующие данные: по мере удаления от реки цветность менялась от 15⁰ до 5⁰ (в сторону уменьшения).

Общее количество бактерий и колититр по створам
р. Гауи

Створ	Место отбора проб на створе и дата отбора проб	Время отбора проб 1963 г.						Бакт. в 1 мм	Колититр
		13/ 1У		7/ У1		30/Х1			
		Бакт. в 1 мл	Колититр	Бакт. в 1 мл	Колититр	Бакт. в 1 мл	Колититр		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ниже р.Тирзы	пр.б. 0,5			9300	0,1				
	ср.р. 0,5			200	1,0				
	л.б. 0,5			1500	0,1				
Выше г.Валми- еры	пр.б.0,5	96	0,1	1100	0,1				
	ср.р.0,5	46	1,0	200	0,1				
	ср.р.1,5	35	0,01	800	1,0				
	л.б.0,5	63	1,0	1000	0,01				
Ниже г.Валми- еры	пр.б.0,5	65	1,0	4500	0,01				
	ср. р.0,5	56	1,0	200	0,1				
	ср. р.1,5	56	0,01	200	1,0				
	л. б.0,5	15	0,001	500	1,0				

127

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выше г.Цесиса	пр.б. 0,5	0,92	0,001	600	0,01				
	ср.р. 0,5			300	0,1				
	ср.р. 1,5			2500	0,01				
	л.б. 0,5			300	0,01				
Ниже г.Цесиса	пр.б. 0,5					65	0,001		
	ср.р. 0,5					50	0,01		
	ср.р. 1,5					82	0,001		
	л.б. 0,5					45	0,01		
На створе выше канала Гауя-Балтэзерс	26/IV	25	1,0						
	4/V	-	-						
	22/V	110	0,1						
	5/VI	200	1,0						
	2/VII	100	0,001						
	30/VIII	5600	0,01						
	21/IX	-	0,01						
	11/X	90	0,001						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
р. Гауя выше канала Гауя - Балтэзерс	22/1- 64г	<0,004							
	24/1- 64г.	0,0004							
	27/1- 64г.	0,004							
	27/1- 64г.	0,004							
	28/1- 64г.	0,01							
	29/1- 64г.	0,004							
	31/1- 64г.	0,04							
	23/1У-64г.	0,04							

ГРАФИК

ИЗМЕНЕНИЯ ЦВЕТНОСТИ ПО ДАННЫМ СКВАЖИН 11, 12, 13 И 14

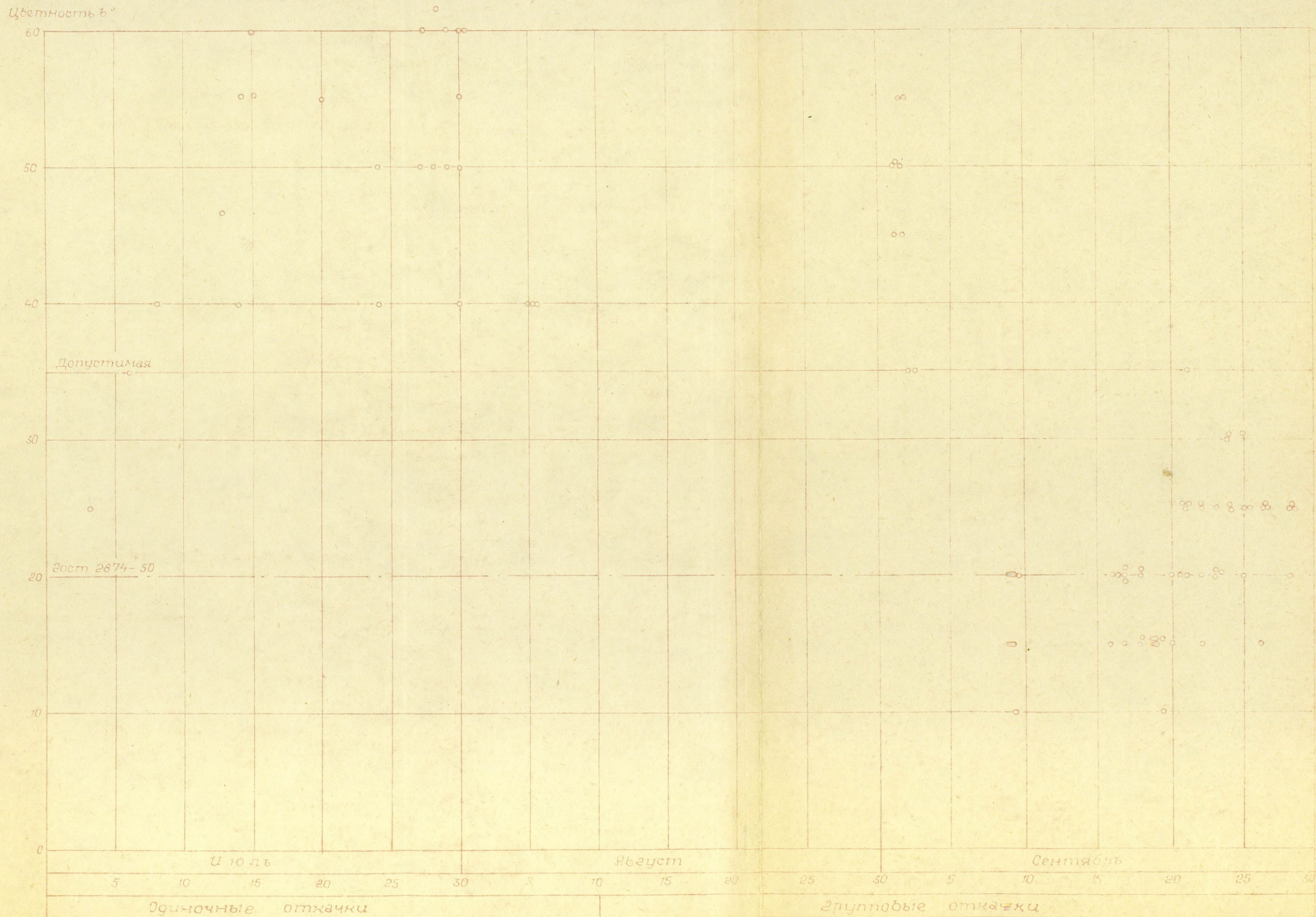


ТАБЛИЦА
показателей коли - титра
по данным скважин 11, 12, 13 и 14

одиночные откачки

Скважина 14	8 VII 26	27 VII 26	28 VII 333	29 VII 56	30 VII 250	31 VII 125	3 VIII 125	4 VIII 56	5 VIII 250
Скважина 13	27 VII 2	28 VII 14	29 VII 2	30 VII 2	31 VII 8	5 VIII 37	28 VIII 37	1 IX >333	2 IX >333
Скважина 12	13 VIII >333	14 VII 250	16 VII 56	20 VII 333	30 VII 250	31 VII 26	3 VIII 333	4 VIII 333	5 VIII 333
Скважина 11	31 VII 42	4 VIII 250	5 VIII 250	1 IX >333	2 IX >333	3 IX >333	7 IX >333	8 IX >333	10 IX >333

групповые откачки

Скважина 14	1 IX >333	10 XI >333	11 IX >333	15 IX >333	16 IX >333	17 XI >333	21 IX >333	25 IX >333						
Скважина 13	3 IX >333	7 IX >333	10 IX 250	15 IX >333	16 IX >333	17 IX >333	21 IX >333	25 IX 91						
Скважина 12	28 VIII 333	1 IX >333	2 IX 91	3 IX >333	7 IX >333	8 IX >333	10 IX >333	11 IX 250	15 IX >333	16 IX 56	17 IX >333	21 IX >333	22 IX >333	25 IX >333
Скважина 11	11 IX >333	15 IX >333	16 IX >333	17 IX >333	21 IX >333	22 IX >333	25 IX >333							

Увеличиваются рН — от 7,1 до 7,4 ; и содержание железа — от 0 до 0,42 мг/л. Коли-титр во всех случаях положителен (333) . Характерным в этом случае является постепенное увеличение содержания железа и по мере удаления от реки. Очевидно последнее связано с тем, что прибрежные слои промыты относительно лучше, чем более удаленные, что свидетельствует в пользу прямой гидравлической связи с рекой на этом участке. Результаты химических анализов, полученных при этом опыте, сведены в табл. № 34 . Второй опыт был проведен на четырех скважинах (№ № 14, 13, 12 и 11) опытно-эксплуатационного водозабора (II опытный куст). Как указывалось выше, в районе II опытного куста в воде было встречено повышенное содержание железа, сероводорода и пониженный коли-титр. Основной задачей при одновременной опытно-эксплуатационной откачке четырех скважин водозабора, расположенного с точки зрения химизма воды в наихудших условиях, являлось определение возможной очистки воды в процессе эксплуатации. С этой целью велись наблюдения за изменением следующих свойств и компонентов: содержание железа, сероводорода, цветностью и коли-титром.

Во время проведения этого опыта отмечено следующее :

- Уменьшение цветности от 80-40° до 15°-25° (граф.прил. № 35)
- Уменьшение сероводорода от 1,0 мг/л до 0,018 мг/л (граф.прил. 36).
- Увеличение коли-титра до 333 (граф.прил. 37) Содержание железа, осталось без изменения (граф. прил. № 38) .

Для возможности сравнения на графических приложениях проведены данные по одиночным откачкам из этих скважин . Отсутствие более мощных насосов не позволило достичь больших понижений, при которых интенсивный приток воды со стороны р. Гауи мог бы оказать более заметное влияние на содержание железа.

ГРАФИК

изменения содержания сероводорода по данным скважин 11, 12, 13 и 14

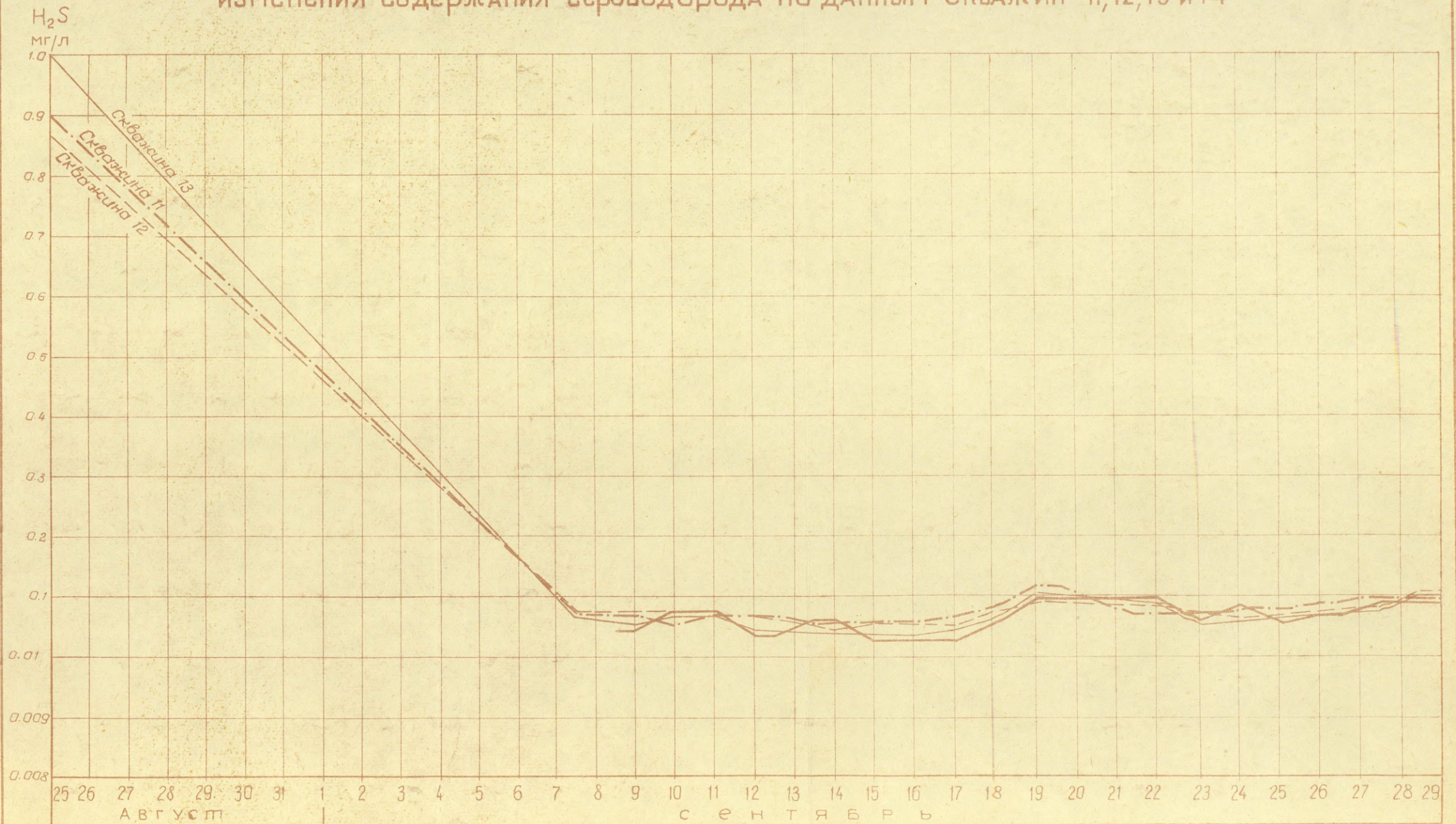
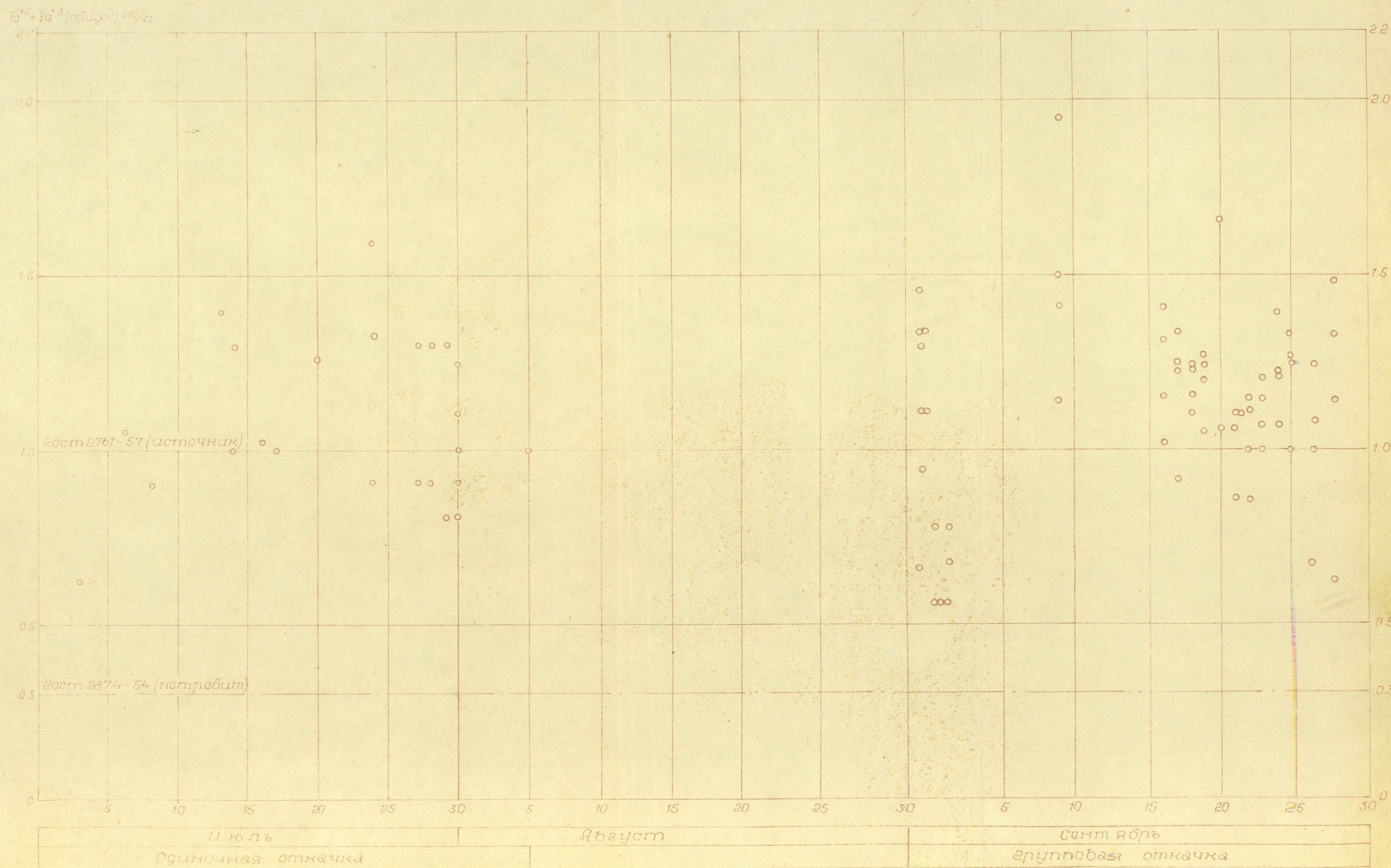


ГРАФИК СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ЖЕЛЕЗА В СКВ. 11, 12, 13 И 14



СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

результатов химического и бактериологического анализов по скважинам 1У опытного куста объекта Гауя

Таблица № 34

№ скваж.	Расстояние от реки	Продолжит. откачки	Дата отбора проб воды	Цветность в %	Прозрачность	Осаждае-ся	Запах	Вкус	рН	Анионы и катионы, мг/л											SiO ₂	Сух. остаток	Окисляемость	Общ. щелочность	Жесткость мг/экв		Коли-титр	Число бактерий в 1 мл	
										NH ₄ ⁺	N ₅ ⁺ K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe ⁺² + Fe ⁺³		HCO ₃ ⁻¹	Cl ⁻¹	NO ₃ ⁻¹	NO ₂ ⁻¹	SO ₄ ⁻²					карб.	общая			
														Общ.	в филь.														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
10	35,4	22,3 бр/см	1964г 11/П	15	пр	без	без	без	7,2	нет	4,1	21,8	5,2	нет	0,06	92,1	3	2	0,05	4,1	80	5	2,5	1,51	1,51	1,52	333	не об.	
			12/П	10	"	"	"	"	7,1	нет	3,2	22,0	5,6	нет	0,02	92,1	5	нет	нет	2,5	97	6	2,6	1,51	1,51	1,56	333	не об.	
84	60,0	25,3 бр/см	24/П	10	"-мелк. ос.	"	"	"	7,4	0,1	5,5	13,0	5,02	0,07	0,01	55,1	8	4	нет	6,2	70	нет	9,0	0,89	0,89	1,08	333	2	
			25/П	5	"	"	"	"	7,5	0,1	1,2	19,6	5,4				75,6	4			6,1	64	нет	1,7	1,24	1,24	0,42	333	1
			26/П	10	"	"	"	"	7,4	0,1	3,0	21,6	6,4				39,1	6			5,8	98	нет	4,4	1,46	1,46	1,61	333	5
			27/П	10	"	без	"	"	7,4																			333	не выдел.
85	97,0	20,6 бр/см	21/П	5	"	"	"	"	7,4	0,1	4,6	21,8	3,9			78,1	6			8,3	90	нет	2,1	1,28	1,28	1,41	250	не об.	
			24/П	10	"	немн. осад.	"	"	7,5	0,1	5,6	23,4	6,6				83,5	10			12,3	101	10	6,6	1,37	1,37	1,70	-	-
6	112,0	34,3 бр/см	24/П	10	"	"	"	"	7,4	0,1	3,7	27,9	2,7			97,6	4			14,0	103	13	2,5	1,60	1,60	1,61	333	1	
			25/П	10	"	"	"	"	7,4	0,3	10,6	28,1	4,1				103,1	8			14,4	109	3	2,1	1,69	1,69	1,74	333	1
65	283,3	19,6	10/III	5	"	"	"	"	7,4	0,1	4,0	30,9	5,2			94,6	4	2	0,05	20,5	121	1	2,0	1,55	1,55	1,97			
			10/III	5	"	"	"	"	7,4	0,1	3,0	17,4	4,0				64,7	6			5,3	70	1	1,3	1,06	1,06	1,2	333	3

Содержание общего железа
в мг/л

№ п/п	Дата	Место отбора				
		Стан. 1-го подъёма (до смешения)	16 км 1 смешен.	Ульброки 2 смешен.	ул. Индрану (утро)	ул. Индрану (вечер)
1	2	3	4	5	6	7
1.	1/II- 65 г.	1,60	0,89	0,47	-	-
2.	3/II- 65 г.	-	0,93	0,37	0,25	0,18
3.	6/II- 65 г.	1,85	0,34	0,26	0,26	0,17
4.	9/II- 65 г.	-	-	-	0,10	0,10
5.	12/II- 65 г.	-	-	-	0,40	0,21
6.	15/II- 65 г.	-	-	-	0,45	0,18
7.	22/II- 65 г.	2,57	0,60	0,42	0,28	0,16
8.	24/II- 65 г.	11,50	0,91	0,38	0,43	0,16
9.	18/II- 65 г.	-	-	-	0,28	0,15
10.	27/II- 65 г.	9,0	0,75	0,45	0,30	0,15
11.	2/III- 65 г.	5,0	0,35	0,42	0,36	0,23
12.	5/III- 65 г.	5,41	0,77	0,37	-	0,13
13.	8/III- 65 г.	3,75	0,75	0,38	0,38	0,17
14.	15/III- 65 г.	2,58	0,62	0,37	0,28	0,27

Тем не менее достигнутые результаты позволяют утверждать, что в процессе откачки происходит явное улучшение качества воды.

Последний опыт был поставлен на опытно-эксплуатационном водозаборе, после того как скважины были подключены к городской сети. Этот опыт носил сугубо производственный характер: вода, несмотря на содержание железа 1,0 мг/л, по согласованию с органами санитарного надзора была подключена к общегородской системе. Целью его являлось выяснение возможности доведения до Гостовской кондиции воды опытно-эксплуатационного водозабора при смешении с водой других водозаборов.

Анализы производились в течение двух месяцев на пяти точках:

1. - Станция I-го подъема (вода опытно-эксплуатационного водозабора).

2. - 16 км - первая точка смешения.

3. - Ульброки - вторая -" -

4. - В городской сети (потребитель) утром и вечером.

Как видно из таблицы № 35 по мере приближения к городу и смешения с другими водами, содержание железа постепенно уменьшается до норм (0,15-0,27 мг/л).

Зоны санитарной охраны

Санитарную охрану водозаборного сооружения предусматривается обеспечить путем создания двух зон: первой зоны - строгого режима; второй - зоны ограничений.

Зона строгого режима ограничивает территорию относительно небольших размеров, на которой не разрешается производить постройку жилых, культурных, либо хозяйственных зданий и т.п. сооружений. В первой зоне устанавливается режим, в котором устраняются

возможности случайного загрязнения, либо умышленного заражения источника водоснабжения, а также нарушений нормальной работы головных водозаборных сооружений.

Зона ограничений представляет собой площадь, использование которой, хотя и не исключается, но ограничивается в целях охраны от загрязнения эксплуатационного водоносного горизонта.

Согласно существующим инструкциям по установлению зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения при определении зон охраны следует руководствоваться конкретными санитарными и гидрогеологическими условиями на площади водозабора. При этом в первую очередь учитывается, что санитарная обстановка является активным фактором; гидрогеологические условия могут определять лишь механизм распространения возможного загрязнения.

Наличие естественного защитного пояса - соснового бора, отсутствие очагов заражения бактериального характера (свалок, сточных канав и т.п.), отсутствие источников заражения стабильными химическими веществами в целом создают благоприятную санитарную обстановку в пределах рассматриваемой площади. Высокое санитарное состояние подтверждается также химическими и бактериологическими анализами, отобранными в процессе опытных откачек.

Исходя из гидрогеологических условий, можно рекомендовать организацию следующих зон санитарной охраны (граф. прил. № 39).

П е р в а я з о н а

Поскольку в настоящее время не существует объективных критериев для установления защитных расстояний зон санитарной охраны, защитные расстояния для I-й зоны санитарной охраны принимаются по образцу опытно-экспериментального водозабора "Гауя", который работает в аналогичных гидрогеологических условиях.

Граница I-й зоны санитарной охраны с северной стороны располагается на расстоянии 100 м от трассы водозабора, с южной стороны - проводится по р. Гауе.

Площадь зоны строгого режима составит $\sim 0,86 \text{ км}^2$.

В т о р а я з о н а

Второй пояс зоны должен включить территорию, ограниченную линией, проходящей в 300 м севернее границы I-й зоны и южнее русла реки Гауи на 100 м. Эта территория охватывает зону питания и формирования грунтовых вод (область депрессионной воронки). Для определения оптимального расстояния между границами I-й и II-й зон использованы материалы наблюдений за изменением уровней во время откачек, а также наличие естественного защитного пояса. Площадь зоны ограничений составит всего $\sim 2,76 \text{ км}^2$.

Г Л А В А У П

ПОДСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

I. Расчетная схема

Грунтовые воды на участке детальной разведки приурочены к отложениям современной речной долины р. Гауи.

Гидрогеологические условия на участке следующие:

1) Водовмещающие породы представлены песками различного гранулометрического состава от крупнозернистых до гравелистых (свыше 30% гравия и гальки).

2) Мощность водоносного горизонта колеблется в пределах от 6,50 (скв. II) до 29,60 (скв. I00).

3) Питание водоносного горизонта происходит как за счет инфильтрации непосредственно из реки, так и за счет инфильтрации атмосферных осадков.

4) Водоносный горизонт имеет свободную поверхность.

5) Условия взаимосвязи поверхностных (речных) и грунтовых вод можно характеризовать следующим образом:

а) Река имеет постоянный водоток (гл. У,)) при 97% обеспеченности расход реки составляет $10,2 \text{ м}^3/\text{сек}$;

б) Между поверхностными и грунтовыми водами отмечается прямая гидравлическая связь (гл. У,) ;

в) Заиление современного русла в пределах участка не отмечено (гл. У,), т.е. при эксплуатации водозабора, расположенного в непосредственной близости от реки, непосредственная гидравлическая связь поверхностных и грунтовых вод нарушаться не будет.

Наиболее целесообразно, при наличии прямой гидравлической связи водоносного горизонта с рекой, организация водозабора инфильтрационного типа (лучевой водозабор, прямолинейный ряд скважин, водосборная галлерей), расположенных вдоль реки.

Ввиду того, что водозаборные сооружения (скважины) будут находиться вблизи одной из границ, в нашем случае - у реки, а от другой - на весьма значительном удалении, влиянием последней при расчете водопритока к скважинам можно пренебречь.

Таким образом, расчетная схема представляет собой полуограниченный пласт с постоянным напором ($H = \text{const}$) у контура питания.

При работе водозабора река ограничит развитие депрессионной воронки, и через весьма короткое время произойдет довольно быстрая стабилизация уровней и дебитов. Это позволяет вести расчет эксплуатационных запасов по формулам установившегося движения потока.

Для оценки эксплуатационных запасов применяется, как более эффективный, совместный гидравлический и гидрогеологический метод.

При совместном применении гидродинамических и гидравлических методов оценки запасов понижение уровня в скважине рассчитывается по формуле:

$$S_p = S_0 + \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n \quad (I)$$

Здесь S_p - общее понижение уровня воды в скважине, которое складывается из понижения при работе её, как одиночной (S_0) и суммы срезов ($\sum \Delta S$), вызываемых эксплуатацией других скважин водозабора.

Понижение (S_0) определяется по кривой дебита, построенной по данным опытной откачки.

Срезка уровня (ΔS) рассчитывается по формуле (6):

$$\Delta S_i = \frac{Q_i}{2\pi K \cdot H_{cp}} \cdot \ln \frac{r_i}{r_i} \quad (2), \quad \text{где}$$

ΔS_i - величина срезки в рассматриваемой скважине от работы скважины, имеющей номер i .

Q_i - Дебит скважин, имеющий номер i , вызывающий срезку в рассматриваемой скважине.

r_i и r_i - Расстояние от скважины, в которой определяется срезка уровня, до скважины, вызывающей срезку и её зеркального отображения.

H_{cp} - Средняя мощность водоносного горизонта.

2. Определение расчетных параметров

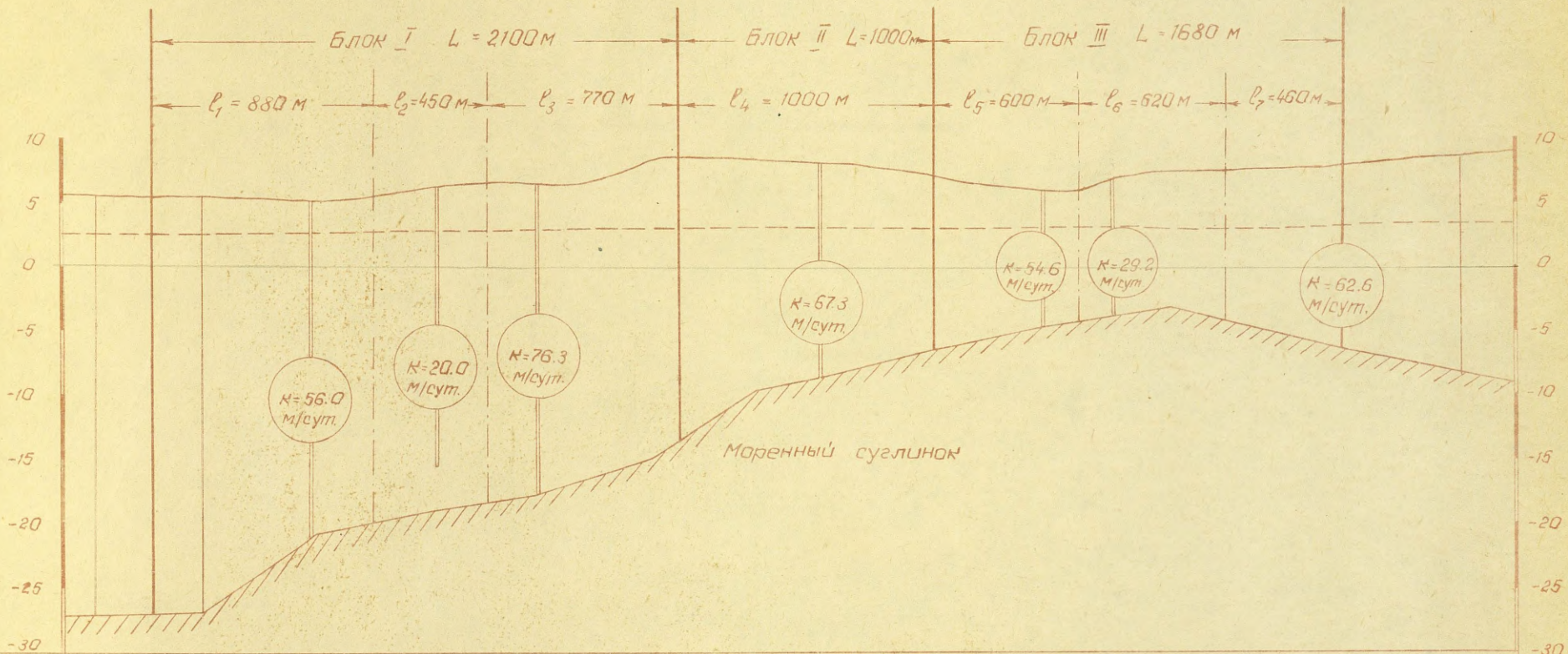
а) Блокировка расчетного сечения и определение средней мощности (H_{cp}) водоносного слоя.

Блокировка расчетного сечения участка произведена по принципу группировки скважин, имеющих близкие по значению мощности водоносного слоя. Как показано на граф.прилож. № 40 на участке подсчета выделено три блока.

При определении мощности водоносного слоя за расчетное положение уровня грунтовых вод принят минимальный уровень реки Гауи, равный 2,32м над уровнем Балтийского моря, зафиксированный на водомерном створе Ремберги (исток канала Гауя - Даугава, см.граф.прилож. № 8) пересчитанный по уклону (0,0015) реки для оцениваемого участка.

СХЕМА БЛОКИРОВКИ ЖИВОГО СЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТА СРЕДНЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПО РАСЧЕТНЫМ БЛОКАМ I, II и III

Масштаб гориз. 1:25 000
верт. 1:500



№№ скважин	81	100	18	13	2	67	68	22	76	14	11	83	9	20
Абс. отм. пов. земли	5.59	5.32	5.07	6.21	6.29	8.07	8.34	8.02	6.87	5.84	6.86	7.16	8.01	8.60
Абс. отм. водоуп.	-27.41	-27.08	-20.93	-19.0	-17.71	-15.23	-9.76	-8.98	-6.42	-4.96	-3.34		-6.49	-2.30
Полож. мин. ур. в.		2.58	2.65	2.72	2.78	2.85	2.92	2.95	3.03	3.09	3.13	3.17	3.27	3.34
Мощн. вод. слоя		29.66	23.58	21.72	20.49	18.08	12.68	11.83	9.46	8.05	6.51		9.76	5.84
Расстояние, м	420	430	490	410	420	470	240	500	400	310	230	680	480	

160
Приложение № 40

Для каждого выделенного блока применяется средняя мощность ($H_{\text{ср}}$) водоносного слоя. При определении $H_{\text{ср}}$ для I и III блоков приняты данные скважин I8 и 2 - для первого блока, и 76- I4- II- 83 и 9 - для второго блока.

Для II блока приняты данные 22 скважин. Результаты расчета приведены в таблице 36.

Таблица № 36

№ блоков	№ скважин, принятых при подсчете	Суммарная мощн. водоносного слоя по скв., принятая в подсчете	Среднее значение $H_{\text{ср}}$ м
I	I8 и 2	44,07	22,0
II	I2	11,8	11,8
III	76, I4, 83 и 9	33,78	8,4

б) Определение коэффициента фильтрации

Для каждого расчетного блока принят средний коэффициент фильтрации.

Вычисление $K_{\text{ср}}$ произведено по данным средневзвешенных значений K по опытным скважинам, пройденных в пределах данного блока по формуле:

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_1 l_1 + K_2 l_2 + \dots + K_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n} \quad (3)$$

Значение расчетных величин K для каждой опытной скважины участка приведены на графическом приложении № 40.

Подставляя в формулу расчетные данные получим:

Для I-го блока:

$$K_{\text{ср.}} = \frac{56 \times 880 + 20 \times 450 + 76,7 \times 770}{880 + 450 + 770} = 56 \text{ м/сутки}$$

Для II-го блока расчетное $K_{\text{ср}}$ принимается по данным скв.22, равное 67,3 м/сутки.

Для блока III:

$$K_{\text{ср}} = \frac{56,4 \times 600 + 29,2 \times 620 + 62,6 \times 460}{600 + 620 + 460} = 47,4 \text{ м/сут.}$$

в) Определение допустимого понижения уровня и дебита скважины

При эксплуатации водозабора принимается допустимое понижение уровня в скважинах (S_g), равное 0,5H

Принимая за H среднюю мощность водоносного слоя в каждом блоке ($H_{\text{ср}}$), имеем:

для I-го блока $S_{g_i} = 0,5 \cdot 22 \text{ м} = 11,0 \text{ м};$

для II-го блока $S_{g_{ii}} = 0,5 \cdot 11,8 = 5,9 \text{ м};$

для III-го блока $S_{g_{iii}} = 0,5 \cdot 8,4 \text{ м} = 4,2 \text{ м}.$

Исходя из предпосылки допустимого понижения уровня при эксплуатации, необходимо определить понижение уровня (S) в рассматриваемой скважине для каждого блока в отдельности.

Предварительным расчетом находим:

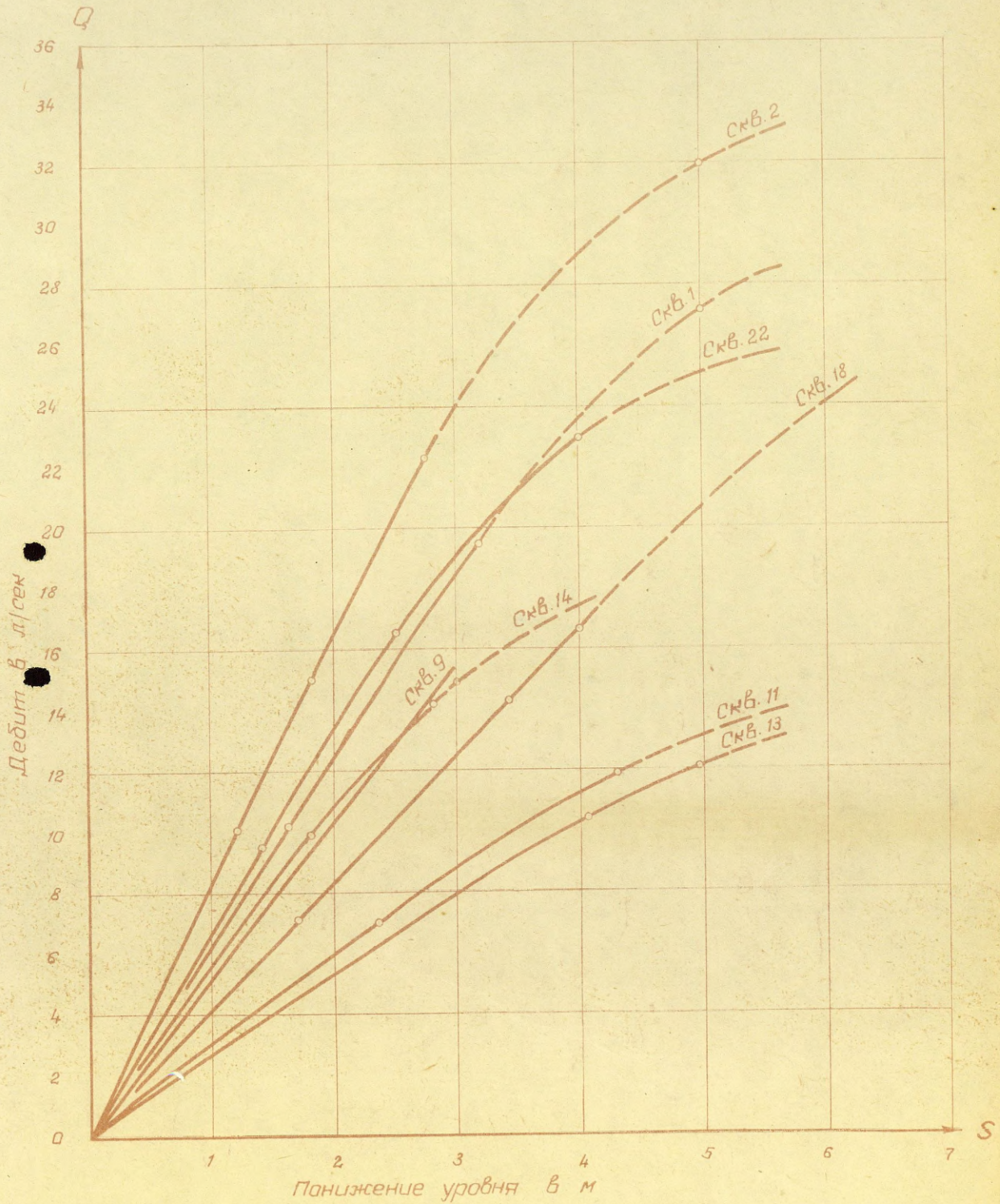
для I блока - 5 м

для II блока - 4 м

для III блока - 3 м

Следует отметить, что понижение уровня 5 м для скважин I-го блока принято с тем расчетом, чтобы водопримная часть

ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ ДЕБИТА ОТ ПОНИЖЕНИЯ
 ДЛЯ СКВАЖИН №№ 2, 7, 22, 18, 9, 14, 13 и 11



фильтра располагалась в наиболее водопроницаемых породах (граф. прилож. № 4^а).

Далее, по кривым дебита (граф. прил. 41) находим соответствующий данному понижению дебит скважины.

Для I-го блока. Скважина 2 - 32 л/сек

-"- 7 - 27 -"

-"- 13 - 12 -"

-"- 18 - 21 -"

Среднее: 23 л/сек.

Учитывая данные групповых откачек (гл. V), показавших незначительный коэффициент снижения дебита, а также учитывая проектируемые диаметры эксплуатационных скважин, которые должны быть не менее 250 мм, расчетное значение дебита (Q) для скважин I-го блока принимаем 25 л/сек или 2160 м³/сутки.

Для II-го блока по кривой дебита при понижении уровня на 5 м соответствует дебит, равный 23 л/сек или 1987 м³/сутки, который и принимается к расчету.

Для III-го блока принимаются данные 14 и 9 скважин. Результатами, полученными по скважине II, как явно заниженными, пренебрегаем. По кривой дебита при понижении уровня на 3 м находим:

скважина 14 - 15,0 л/сек,

-"- 9 - 15,6 -"

Сумма 30,6 -"

Среднее 15,3 -"

Принимается к расчету 15,0 л/сек или 1296 м³/сутки.

г) Определение расстояния от водозабора до реки и выбор расстояний между скважинами

Поскольку при эксплуатации водозабора река будет являться источником питания, то по мере приближения к реке дебиты скважин будут возрастать. Однако, при близком расположении водозаборных скважин могут возникнуть два отрицательных явления, с которыми приходится считаться.

Первый из них — это возможность заиления русла и уменьшение фильтрации речных вод к водозабору в связи с резким увеличением напорных градиентов.

Второй — недостаточная биологическая очистка воды (уменьшение коли-титра).

К сожалению методика определения степени заиления русла в настоящее время разработана плохо. По имеющимся в литературе сведениям (6) минимальным допустимым расстоянием до реки следует считать величины порядка 100 — 150 м.

По имеющимся данным биологическая очистка воды (по коли-титру) происходит при расположении фронта водозабора в пределах 80—120 м от поверхности водотока.

Сопоставляя эти данные, принимаем в первом приближении расстояние оси водозабора от реки 100 м, которое соответствует обоим вышеприведенным условиям. Приняв за исходную величину максимально допустимое понижение (по гидрогеологическим и техническим соображениям) предварительно произведенными расчетами нескольких вариантов расстояний между скважинами и от скважин до реки находим, что наиболее оптимальными для I и II блоков являются 80 м — между скважинами и 100 м — от

скважин до реки, для III блока - 120 м между скважинами и 80 м + до реки.

Учитывая, что р. Гауя при незначительной глубине от 0,4 до 1,6 и реже более 2 м, не прорезает верхние слабопроницаемые отложения, необходимо учесть дополнительное сопротивление, возникающее при фильтрации речной воды через верхний слой.

Величину этого сопротивления Δl определяем по упрощенной (для широких рек) формуле Шестакова В.М.:

$$\Delta l = \sqrt{\frac{K \cdot H H_I}{K_I}}, \quad (4) \quad \text{где:}$$

K и H - коэффициент фильтрации и мощность основного фильтрующего слоя

K_I и H_I - то же, верхнего слабопроницаемого слоя.

При построении схемы зеркальных отображений расстояние от уреза воды до реальных скважин должно быть увеличено на величину

Δl .

Учитывая наихудшие условия, принимаем расчетное значение коэффициента фильтрации верхнего слоя (K_I) равное 10 м/сутки, т.е. в два раза меньше от фактически полученных по опытным данным (скв. № 13) и мощность слоя, равной 3 м, получим:

$$\text{для I-го блока: } \Delta l_{\text{I}} = \sqrt{\frac{56 \cdot 19 \cdot 3}{10}} = 17,8 \text{ м};$$

$$\text{для II-го блока } \Delta l_{\text{II}} = \sqrt{\frac{67 \cdot 8,8 \cdot 3}{10}} = 13,3 \text{ м};$$

$$\text{для III-го блока } \Delta l_{\text{III}} = \sqrt{\frac{47,4 \cdot 5,4 \cdot 3}{10}} = 8,7 \text{ м}.$$

Расчетное расстояние до реки l_p найдем по выражению:

$$l_p = l_g + \Delta l, \text{ где:}$$

- расчетное расстояние до реки

- действительное расстояние до реки

для I-го блока: $l_{pI} = 100 + 17,8 = 117,8 \text{ м}$

для II-го блока: $l_{pII} = 100 + 13,3 = 113,3 \text{ м}$

для III-го блока: $l_{pIII} = 80 + 8,7 = 88,7 \text{ м}$

Поскольку разница по величине Δl в блоках I и II незначительна, расчетное значение (l_p) принимаем равным 120 м для I и II блоков и 90 м для III блока.

Для удобства пользования полученные расчетные параметры представим в таблице 37:

Таблица № 37

№ блоков	l м	l_p м	$K_{ср}$ м/сутки	λ м	Q л/сек	M^3 сутки
I	100	120	56	80	25	2160
II	100	120	67	80	23	1987
III	80	90	47	120	15	1296

3. Расчет понижения уровня при эксплуатации водозабора

Пользуясь принятыми исходными данными, определим срезку уровня в скважине I, находящейся в наилучших условиях при работе остальных скважин. Расстояния между скважинами приведены в таблице № 37.

По формуле 2 имеем:

от работы скважины 2

$$\Delta S_2 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{255}{80} = 0,32 \text{ м}$$

$$\Delta S_3 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{290}{160} = 0,17 \text{ м}$$

$$\Delta S_4 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{340}{240} = 0,10 \text{ м}$$

$$\Delta S_5 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{400}{320} = 0,06 \text{ м}$$

$$\Delta S_6 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{467}{400} = 0,04 \text{ м}$$

$$\Delta S_7 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{538}{480} = 0,03 \text{ м}$$

$$\Delta S_8 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{610}{560} = 0,02 \text{ м}$$

$$\Delta S_9 = \frac{2160}{6,28 \cdot 56 \cdot 22} \cdot 2,3 \lg \frac{685}{640} = 0,02 \text{ м}$$

Срезкой уровня от работы скважины 10 пренебрегаем.

По формуле (1) рассчитаем полное понижение уровня:

$$= 5 + 0,32 + 0,17 + 0,10 + 0,06 + 0,04 + 0,03 + 0,02 + 0,02 = 5,76 \text{ м}$$

Аналогичным методом находим срезы уровней и полное понижение уровня в скважинах, находящихся в худших условиях при эксплуатации водозабора. Порядок расчета приведен в текстовом приложении № 20. Результаты расчета сведены в таблицу № 38.

Таблица 38

№ экспл. скваж.	Месторасположение скважин	Заданное понижение уровня S_0 , м	Сумма срезок $\Delta h_1 + \Delta h_2 +$ $+ \Delta h_3$	Полное понижение уровня S_p
1	В начале трассы	5,0	0,76	5,76
9	В середине I блока	5,0	1,52	6,52
17	"- " II "	5,0	1,52	6,52
25	На границе I и II блоков	5,0	1,68	6,68
33	В середине II блока.....	4,0	2,13	6,13
40	На границе II и III блоков	3,0	1,08	4,08
47	В середине III блока.....	3,0	1,10	4,10
53	В конце трассы	3,0	0,53	3,53

Как видно по результатам расчетов полное понижение уровня при эксплуатации водозабора находится в пределах допустимого.

4. Определение запасов

Как показано в разделе "Определение допустимого понижения и дебита скважин", для каждого расчетного блока приняты различные дебиты, поэтому количество запасов определим, как произведение дебита на количество скважин в данном блоке. При расстоянии между скважинами, равным 80 м, в I блоке размещается 27 скважин, во II блоке - 12 скважин и в III блоке, при расстояниях между скважинами 120 м, размещается 14 скважин.

Результаты вычислений представлены таблицей № 39.

№ бло- ков	Исходные данные			Количество запасов	
	Колич. скваж. в блоке	Принятый дебит		л/сек	м ³ /сутки
		л/сек	м ³ /сутки		
I	27	25	2160	675	58320
II	12	23	1987	246	23844
III	14	15	1296	210	18144
Всего:	53			1161	100308

Обоснование категоричности запасов

В соответствии с принятой классификацией (18) разведанные эксплуатационные запасы подземных вод в зависимости от степени разведанности всего месторождения в целом, изученности качества вод и условий эксплуатации разбиты на четыре категории - А, В, С_I и С_{II}.

По участку Паунас - Каулиги и ^{опытно-эксплуатационному} водозабору, на котором запроектировано строительство первой очереди водозаборных сооружений, запасы представляются по промышленной категории А + В, дающих право составления проектов и выделения капитальных вложений после утверждения в ИКЗ.

По участкам Лиели - Турмали и Ваверес эксплуатационные запасы представляются по категориям С_I.

Учитывая закономерности в условиях формирования притока к водозабору со стороны реки, оценка эксплуатационных запасов проводится тремя способами:

I) по результатам детальных гидрогеологических работ (бурение, откачка, режимные наблюдения).

2) По режиму работы опытно-эксплуатационного водозабора, в условиях постоянной эксплуатации.

3) По методу гидрогеологической аналогии для всей площади распространения аллювиальных отложений.

Участок Паунас - Каулини

Для фронта водозабора протяженностью 4,8 км, имеющего прямую связь с рекой, принцип одновременности откачек нецелесообразен по следующим причинам: во-первых, откачать одновременно большое число скважин (26) практически невозможно, а во-вторых, нецелесообразно, так как и практически и теоретически скважины эти взаимодействовать не будут. Ввиду этого авторы пошли по линии более тщательного изучения разреза и, по мере имевшихся возможностей, равномерного опробования скважин на всем протяжении трассы проектируемого водозабора.

Для удобства обоснования категоричности, по аналогии с вышеприведенными расчетами, вся трасса разбивается на три блока.

Эксплуатационные запасы по каждому блоку подсчитаны на основании данных опытных откачек и расчетным путем.

По I-му блоку запасы подсчитаны по категориям А+В. Из скважин № 100, 618, 66, 13, 2, 1, 20, 7, 19 и 67 были проведены опытные откачки, подтвердившие устойчивость их дебита при заданном понижении.

Из скважин № 68, 8, 22, 23 и 24 II-го блока были проведены опытные откачки, данные по которым позволяют произвести оценку эксплуатационных запасов грунтовых вод по категориям А + В.

В III-м блоке эксплуатационные запасы подтверждаются также опытными откачками из скважин № 76, 14, II, 83 и 9.

Поскольку мы имеем участок с благоприятными условиями для обеспеченного восполнения запасов, к категории А относим запасы, соответствующие суммарному дебиту, установленному как в результате одновременных откачек из группы скважин, так и по разновременным опытными откачкам из одиночных скважин, а также по экстраполяции данных откачек, исходя из выявленной зависимости дебитов от понижений.

При этом максимальная экстраполяция принята равной 0,5-0,75 от достигнутых понижений (допустима двукратная величина экстраполяции).

Результаты, полученные при опытных откачках из группы скважин, приведены в таблице № 40.

Запасы по категории В по участку подсчитываются по суммарному расчетному дебиту проектных скважин, которые могут быть размещены на участке в соответствии с принятой схемой водозабора.

Таблица № 40

№ скваж.	№ скваж.	Дебит в л/сек.	Понижение в м	Удельн. дебит в л/сек.	Величина экстраполяции понижен.	A _I подтверждаемая прямым отк.	A _I экстраполяц. данные откачки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	100	3,40	1,60	2,12	3,20	3,40	6,76
2	6 и 18	17,80	4,64	3,83	6,52	17,80	23,97 ✓
		14,70	4,24	3,47	6,52	14,70	22,62 ✓
3	66	1,34	2,10	0,64	4,80	1,34	3,07 ✓

1	2	3	4	5	6	7	8
	34	16,60	2,00	8,30	3,30	16,60	27,38
4	13	12,10	4,90	3,20	6,52	12,10	20,86 ✓
5	2	22,40	2,75	3,25	5,50	22,40	45,37 ✓
		17,86	5,64	3,17	6,52	17,86	20,67 ✓
6	1,20,7	26,32	5,78	4,56	6,52	26,32	29,73 ✓
	II 19	18,00	4,92	3,66	6,52	18,00	23,86 ✓
		28,90	4,78	6,25	6,52	28,90	40,75 ✓
7	67	2,10	0,98	2,30	1,96	2,10	4,50 ✓
					1	181,52	269,54
	30	20,00	4,00	5,00	6,00	20,00	24,00 ✓
1	63	1,43	1,00	1,40	2,00	1,43	2,80 ✓
2	8	20,00	4,70	4,20	6,00	20,00	25,20 ✓
		20,40	4,90	4,17	6,00	20,40	25,02 ✓
3	22,23 II	16,20	5,66	2,86	6,00	16,20	17,16 ✓
	24	19,00	5,63	3,37	6,00	19,00	20,22 ✓
					II	97,03	114,40
1	76	8,50	1,00	3,50	2,00	8,50	7,00 ✓
2	14	14,30	2,70	5,10	4,00	14,30	20,40 ✓
3	11	12,90	4,20	3,10	4,00	12,90	12,40 ✓
4.	88	1,40	0,60	2,30	1,20	1,40	2,76 ✓
5.	9	15,60	3,10	5,00	4,00	15,60	20,00 ✓
	32	18,00	3,00	5,00	4,00	18,00	20,00
6.	33	10,40	3,90	2,70	4,45	10,40	12,00
					III	76,10	86,56
					1, II, III	354,65	470,50

Согласно таблице в 1^М блоке получены эксплуатационные запасы категории А в сумме 269,5, а по расчёту в этом блоке можно получить 675 л/сек. Таким образом, категория В составит 405,5 л/сек.

В целом по участку запасы по категории В сведены в таблицу № 4.

Таблица № 4.

№ п/п	Порядковый номер расчётного блока	Категории л/сек		
		А	В	А + В
1	1	269,5	405,5	675,0
2	II	114,4	161,6	276,0
3	III	86,6	123,4	210,0
		470,5	690,5	1161,0

Помимо расчёта водозабора, состоящего из линейного ряда скважин, в качестве возможного варианта, ниже приводится также расчёт системы лучевых водозаборов.

РАСЧЁТ ЛУЧЕВОГО ВОДОЗАБОРА (вариант)

При незначительных мощностях (менее 20 м) водоносного горизонта лучевые водозаборы более рациональны, чем ряд вертикальных скважин, а при мощности водоносного горизонта порядка 6- 10 м эффективность лучевых водозаборов настолько возрастает,

что они становятся вне конкуренции. Учитывая уже имеющийся опыт строительства лучевых водозаборов в Союзе (Татарская АССР, Грузинская ССР, Свердловская обл., Ставропольский край и др.) , в качестве возможного варианта предлагается система лучевых водозаборов.

Конструктивные элементы лучевого водозабора

Основой лучевого водозабора является система горизонтальных скважин (Лучей) и центральный водосборный шахтный колодец. В конкретных гидрогеологических условиях наиболее рациональным с конструктивной точки зрения типом будет водозабор, расположенный на берегу р. Гауи, с подрусовыми лучами, причем шахтный колодец располагается на пойменной террасе (граф.прил. № 42).

Расчетные формулы и значения входящих в них величин

Формула дебита лучевого водозабора, имеющего горизонтальных лучей:

$$Q = \frac{2\pi K S l n}{\ln P_i + \frac{n-1}{2} \ln P_\beta} \quad (I)$$

где: k - коэффициент фильтрации в м/сут ;

S - проектируемое понижение уровня в шахтном колодце в м;

l - длина фильтровой части луча , в м;

n - количество лучей.

При расположении скважины в середине водоносного пласта , т.е. симметрично относительно водоупора и дна реки (водотока)

$$P_i = \frac{3 m l_0}{r_0 (l + \sqrt{l_0^2 + 16m^2})} \quad (II) , \text{ где:}$$

m - мощность водоносного горизонта в м;

r_0 - радиус фильтра скважины в м;

$$P_{\beta} = 1 + \frac{16 m^2}{l^2 \sin^2 \beta} \quad (\text{III}), \text{ где:}$$

β - угол между лучами водозабора.

Согласно данным, полученным в районе У опытного куста, к расчету принимаются следующие параметры и выбранные конструктивные элементы водозабора:

диаметр шахтного колодца - 6,0 м (6000 мм);

толщина стенок - 0,6 - 0,9 м (600 - 900 мм);

глубина погружения шахтного колодца в грунт - 10,0 м
(10 000 мм);

материал шахты - железобетон.

В каждом шахтном колодце предусматривается устройство 4-х горизонтальных лучей длиной 50 м (из них фильтровая часть составляет 40 м), расположенных под углом друг к другу, причем должно соблюдаться следующее условие:

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 \leq 90^\circ. \text{ Таким образом, имеем:}$$

$$n = 4 \text{ м,}$$

$$h = 50 \text{ м,}$$

$$l_0 = 40 \text{ м,}$$

$$r_i = 0,1 \text{ м,}$$

$$\beta = 25^\circ$$

$$m = 10,8 \text{ м,}$$

$$S = 5,8 \text{ м,}$$

$$k = 36 \text{ м-сут.}$$

Подставляя эти величины в формулы (II) и (III), получаем:

$$P_i = \frac{3 \cdot 10,8 \cdot 40}{0,1 (40 + \sqrt{1600 + 16 \cdot 116,64})} = \frac{1296}{9,88} = 131,1 ;$$

$$\begin{aligned} \text{и } P &= 1 + \frac{16 \cdot 10,8^2}{1600 \cdot \sin 225^\circ} = 1 + \frac{16 \cdot 10,8^2}{+600 = 0,18} = 1 + \frac{1866,24}{288} = \\ &= 1 + 6,48 = 7,48 ; \end{aligned}$$

Из формулы (I) находим:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 36 \cdot 5,8 \cdot 40 \cdot 4}{\ln 131,1 + \ln 7,48} = \frac{209755,84}{6,88} = \\ &= 30455,0 \text{ м}^3/\text{сек.} \end{aligned}$$

Проводим проверочный расчет пропускной (водоотводящей) способности лучей с помощью формулы для гидравлических потерь напора при переменном по длине луча расходе:

$$h_w = \left(1 + \lambda \frac{l}{6r} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (IV), \text{ где:}$$

h_w — коэффициент гидравлического сопротивления, согласно экспериментальным исследованиям и опубликованным данным для перфорированных труб $\varnothing 100 - 250$ мм, заключающийся в пределах $0,8 - 0,10$ мм ;

l — длина фильтровой части луча в м ;

r — внутренний радиус фильтровой части в м ;

v — средняя скорость движения воды внутри фильтровой части трубы (в м/сек), которая ориентировочно принимается, как половина максимальной скорости в конце (устье) луча V_0 , т.е.

$$V = \frac{1}{2} V_0 ;$$

g - ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/сек}^2$.

$$\text{Каждый луч дает : } Q = \frac{0,352}{4} = 0,088 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Проверим потери напора при движении воды по каждой скважине. Средняя скорость течения в фильтровой части:

$$V = \frac{0,088}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,01} = 1,4 \text{ м/сек.}$$

Из формулы (IV), приняв $\lambda = 0,08$, получим следующую величину напора:

$$h_w = \left(1 + 0,08 \cdot \frac{40}{6 \cdot 0,1} \right) \cdot \frac{1,4}{2 \cdot 9,81} = 0,63 \text{ м}$$

Скорость течения в сплошной части луча:

$$V_0 = \frac{0,088}{3,14 \cdot 0,01} = 2,80 \text{ м/сек.}$$

Определим величину напора, приняв $\lambda = 0,02$:

$$h'_w = \left(1 + 0,02 \cdot \frac{10}{2 \cdot 0,1} \right) \cdot \frac{2,80^2}{2 \cdot 9,81} = 0,80 \text{ м}$$

Общие потери напора в скважинах:

$$h_w + h'_w = 0,63 + 0,80 = 1,43 \text{ м.}$$

Окончательный дебит лучевого водозабора с учетом необходимости покрытия потерь напора равен:

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 36 (5,8 - 1,43) 40 \cdot 4}{6,88} = 22976 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Аналогичные расчеты произведены для систем лучевых водозаборов в 3-х других точках с несколько измененными гидрогеологическими условиями (по месту посадки шахтного колодца), а именно:

2.	3.	4.
$S = 4,6$	$S = 5,4$	$S = 5,0$
$K = 44,0$	$K = 67,0$	$K = 53,0$
$m = 8,4$	$m = 12,0$	$m = 9,2$

Остальные расчетные величины приняты аналогично первому расчетному варианту.

Полученные результаты сведены в таблицу № 42

Таблица №42

№ вариант.	P_I	P_β	Q	V	h_w	v_0	h'_w	Q окон.
I	131,1	7,48	30455	1,4	0,63	2,8	1,59	22967,9
II	109,3	3,92	30263,6	1,38	0,61	2,76	0,77	21152,9
III	140,0	8,00	45159,8	2,08	1,38	4,16	1,76	18888,6
IV	117,2	4,70	33077,1	1,52	0,76	3,04	0,94	24832,4
								87841,8

В заключение приводится краткий технико-экономический анализ предлагаемых вариантов систем водозаборов.

Экономическую эффективность той или иной системы водозабора можно оценить по разработанной методике, которая сводится к определению двух основных показателей:

1. Строительных затрат на сооружение системы и монтажа основного и вспомогательного оборудования) капитальные затраты) и
2. Годовых эксплуатационных издержек (издержки производства).

Исследования, проведенные по этому вопросу, показали, что число вертикальных совершенных скважин, равных по дебиту и понижению четырехлучевому водозабору, может быть определено по формуле:

$$n_c = \frac{\frac{\pi L}{\sigma} + \ln \frac{\sigma}{2\pi r_c}}{\ln L - \ln \left[(0,25 + 0,005 \frac{L}{m}) l - 0,6 m \right]} \quad (У).$$

Рассмотрим пример при следующих исходных данных:

расстояние вертикальной скважины от сооружений до границы питания водоносного пласта $L = 100$ м ;

мощность безнапорного водоносного пласта

$$m = 5 (10, 15, 20) \text{ м ;}$$

расстояние между вертикальными скважинами вертикального ряда

$$b = 100 \text{ м ;}$$

• диаметры горизонтальных и вертикальных фильтров одинаковы и равны 200 мм (т.е. $r_c = 0,1$ м) ;

• Длина лучевых горизонтальных фильтров $l = 50$ м ;

Геометрическая высота подъема воды (с учетом гидравлических сопротивлений в напорных водоводах) $H = 20$ м.

Подставив эти значения в формулу (У) и приняв $m = 5$, получим:

$$\begin{aligned} n_c &= \frac{\frac{3,14 \cdot 100}{10} + \ln \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,1}}{\ln 100 - \ln \left[(0,25 + 0,005 \cdot \frac{100}{5}) 50 - 0,6 \cdot 5 \right]} = \\ &= \frac{31,4 + 15,92}{4,6 - \ln [(0,25 + 0,1) 50 - 3]} = \frac{34,16}{4,6 - \ln 14,5} = \\ &= \frac{34,16}{1,93} = 17,7 \end{aligned}$$

Таблица № 43

№ по порядку	Мощность пласта	Число эксплуата- тац. вертик. скв	Капиталовложения в тыс. рублей					Эксплуатационные издержки в тыс. руб.		
			Ударно- механич. бурение скважин		Монтаж и стоимость основного оборудо- вания	Водо вод- ные ком- муни- кации	Итого	Число маш/ смен	Стоимость машино - смен в рублях	Годовые эксплуа- тацион- ные из- держки
			Бурение скв.	Фильтр						
1	20	8	3,60	1,04	6,60	6,20	17,44	8760	5,60	24,60
2	15	11	4,62	1,10	8,80	8,14	22,77	12056	4,84	24,17
3	10	14	5,32	1,12	11,20	9,94	27,72	15330	4,20	27,86
4	5	18	3,60	0,90	14,04	12,60	31,50	19710	3,24	25,92

Таблица №. 44.

№ по порядку	Мощность пласта	Капиталовложения в тыс. руб.						Эксплуатационные издержки в тыс. руб.		
		Горизонтальн. проходка	Устройство сборной камеры		Монтаж и стоимость осн.оборуд.	Устройство присваив. сооружений	Итого	Число маш/смен за год	Стоимость в м/смены в рублях.	Годовые эксплуатац. издержки.
			бетонные работы	земляные работы						
1	20	8,0	7,15	0,74	0,80	0,17	18,86	1090	7,25	7,90
2	15	8,0	5,80	0,62	0,70	0,17	15,29	1090	6,50	7,10
3	10	8,0	4,50	0,31	0,60	0,17	13,58	1090	4,27	5,40
4	5	8,0	3,56	0,21	0,50	0,17	12,30	1090	3,19	3,48

Для других значений мощности $m = 10$, $m = 15$, $m = 20$ величина h_c соответственно равна 14,0, 11,38 и 8,43.

К расчету принимаем следующие приближенные значения :
18, 14, 11 и 8.

По приведенным данным для каждого из принятых значений мощности сделан расчет производительности с выбором необходимого оборудования и применительно к нему выполнен приближенный технико-экономический расчет.

Результаты подсчета сведены в таблицы № 43 ; 44.

Как видно из приведенных таблиц, превышение капиталовложений в строительство лучевого водозабора, эквивалентного по суммарному водоотбору вертикальному ряду скважин (число скважин - n), составляет 8,1% только в одном случае. Во всех же остальных случаях капитальные затраты значительно ниже.

- В части же эксплуатационных издержек лучевой водозабор дает значительный экономический эффект, так как сумма эксплуатационных издержек для вертикальных скважин в 3-6 раз больше.

Сопоставление двух рассматриваемых вариантов - лучевого водозабора и водозабора, состоящего из системы взаимодействующих скважин, показывает, что первая из них позволяет сосредоточить средства откачки в одном месте, а также дает следующие преимущества:

1. значительно сокращает длину сборных водопроводов, которая при сооружении вертикальных скважин бывает довольно большой;

2. позволяет приблизить водозабор к потребителю (в первом случае расстояние между колодцами можно принять 200-400 м, а

расстояние между фланговыми скважинами вертикального водозабора составляет 2,5 - 3,0 км) ;

3. позволяет сосредоточить персонал эксплуатационников в одном месте, что сокращает его количество ;

4. облегчает управление оборудованием, установку автоматики и КИП^{ов};

5. значительно сокращает размеры отчуждаемой территории, при установке зон санитарной охраны , что в наших условиях играет немаловажную роль, т.к. у местного колхоза отчуждаются лучшие земли;

6. позволяет расположить водосборные колодцы на левом берегу р. Гауи , что избавит нас от строительства двух дюкеров через Гауи;

7. сокращаются расходы электроэнергии за счет уменьшения количества электродвигателей.

Приведенный технико-экономический расчет выполнен в весьма общей форме и не претендует на полноту исследования. При конкретном проектировании необходимо выбрать такие оптимальные в технико-экономическом отношении варианты вертикальных и лучевых водозаборов с разной удельной производительностью, которые при более тщательном анализе позволяют учесть ряд моментов, возможно упущенных авторами.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ НА УЧАСТКАХ ИЕЛИ-ПУРМАЛИ и ВАВЕРЕС

Как показывают результаты бурения и опытных откачек большой практический интерес для использования в целях водоснабжения представляют участки Иели-Пурмали и Ваверес.

Участок "Иели-Пурмали, протяжённостью 3000 м, расположен между разведочными скважинами 113 и 42 в 2,5 км от участка детальной разведки вниз по течению реки Гауи.

Участок Ваверес расположен вверх по течению реки, в 4,5 км от участка детальной разведки и ограничивается разведочными скважинами № 28-29 и 35-99 (графич. прил. № 8).

Оба участка имеют аналогичные гидрогеологические условия с участком детальной разведки. Поэтому, наиболее рациональной схемой водозабора так-же является параллельный берегу ряд буровых скважин.

Сравнительно простые гидрогеологические условия и наличие постоянного контура питания (H_{const}) позволяет производить оценку эксплуатационных запасов по формулам установившегося движения, гидродинамическим методом. Понижение уровня воды в скважинах определяем по формуле Маскета-Лейбензона для "бесконечного" ряда :

$$S = H \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi k} \left[\ln \frac{\lambda}{2\pi r_0} + \frac{2\pi l}{\lambda} \right]}, \text{ где:}$$

S - понижение уровня в скважине

λ - расстояние между скважинами

l - расстояние от линии расположения скважин до реки

Участок Иели- Пурмали

Оцениваемый участок характеризуется следующими гидрогеологическими условиями :

- 1) Водоносный горизонт гидравлически связан с рекой.

2) Водовмещающие породы в верхней части представлены аллювиальными отложениями (базальный слой мощн. 15 м, коэффициент фильтрации этого слоя 60 м/сутки), в нижней части - ~~лигноглициальными~~ лимноглициальными песками переменной мощности (от 12 до 20 м) с коэффициентом фильтрации 24,5 м/сут.

3) Средняя мощность водоносного горизонта составляет 30 м

4) Средний коэффициент фильтрации, определённый по данным опытной откачки скв. № 5 и 17 составляет 42,2 м/сут.

5) Дебит скважины № 5 при понижении уровня на 3,26 м составляет 20 л/сек, дебит скв. 17 - 16,7 л/сек при понижении уровня на 5,31 м.

Для оценки запасов определим исходные данные.

1) Допустимое понижение уровня воды при эксплуатации водозабора принимаем равным половине мощности базального слоя - 7,5 м.

2) Дебит каждой скважины определяем по кривой дебита скв. 5 (граф. прил. № 22), составляющим 27 л/сек при понижении уровня на 5 м.

3) Среднее значение коэффициента фильтрации принимаем равным 40 м /сутки

4) Диаметр эксплуатационных скважин 0,25 м

5) При определении расстояний между скважинами и от линии расположения скважин до реки используем данные, полученные для 1-го блока на участке девальной разведки и принимаем действительное расстояние до реки 100 м, расчётное расстояние 120 м. Расстояние между скважинами в ряду 80 м.

Таким образом, на трассе водозабора длиной 3000 м возможно размещение 35 скважин с дебитом 27 л/сек каждая, при этом общий дебит 35 скважин составит:

$35 \text{ скв.} \times 27 \text{ л/сек} = 945 \text{ л/сек}$ или $81648 \text{ м}^3/\text{сутки}$

Понижение уровня при эксплуатации водозабора определим по формуле Маскета-Лейбензона для "бесконечного" ряда :

$$S = 30 - \sqrt{30^2 - \frac{27.86,4}{3,14.40} \left[\ln \frac{80}{6,28.0,25} + \frac{6,28.120}{80} \right]} = 4,40 \text{ м}$$

Участок Ваверес

Водоносный горизонт на участке Ваверес представлен отложениями аллювия мощностью от 9 до 13 м и имеет гидравлическую связь с рекой. Средняя мощность водоносного горизонта 11,4 м. На значительном участке отложения аллювия залегают на песчаниках девона. Таким образом, кроме гидравлической связи с рекой, имеется гидравлическая связь грунтовых вод с девонскими водами. Коэффициент фильтрации, определённый по данным опытной откачки скв. №16, составляет 50 м/сутки. Производительность скважин характеризуется дебитом до 13 л/сек при удельном дебите 3,67 л/сек.

При оценке запасов по участку Ваверес принимаются следующие исходные данные:

- 1) Средняя мощность водоносного слоя - 11,4 м
- 2) Дебит скважин - 15,5 л/сек
- 3) Коэффициент фильтрации - 50 м/сутки
- 4) Диаметр скважин - 0,25 м
- 5) Допустимое понижение уровня - 5,70 м
- 6) Расстояние между скважинами - 100 м, действительное расстояние до реки 80 м, расчётное расстояние 90 м. Длина участка 1400 м.

Таким образом, при длине трассы 1400 м и принятом расстоянии между скважинами, равным 100 м, возможно размещение 15 скважин с дебитом 15,5 л/сек каждой. В этом случае производительность водозабора составит:

$$15 \text{ скв.} \times 15,5 \text{ л/сек} = 232,5 \text{ л/сек или } 20088 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Для подтверждения обеспеченности эксплуатационных запасов определим понижение уровня при эксплуатации водо-забора по формуле Маскета-Лейбензона для "бесконечного" ряда.

$$S = 11,4 - \sqrt{11,4^2 - \frac{15,5 \cdot 86,4}{3,14 \cdot 50} - \left[\ln \frac{100}{6,28 \cdot 0,25} + \frac{6,28 \cdot 90}{100} \right]} =$$

$$= 4,6 \text{ м}$$

Таким образом, полученные при расчётах понижение на участках равные 4,4 м и 4,6 м не превышают половины мощности водоносного горизонта и запасы в количестве 1177,5 л/сек или 111726 м³/сутки можно считать обеспеченными.

Согласно инструкции / 18 / к категории С₁ могут быть отнесены запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выяснение в общих чертах строение, условия залегания и распространения водоносных горизонтов. При предварительной разведке этих участков разрез изучен с достаточной полнотой (граф. прил. № 4^а): определена мощность и глубина залегания водоносного горизонта, а также состав водовмещающих пород.

Дебиты, понижения, коэффициенты фильтрации получены на опытных кустах, правда, в 3-4 точках. Качество подземных вод определено по пробам, взятым при опытных откачках и при пробных, взятых в отдельных точках водоносного горизонта.

Химизм подземных вод на участках аналогичен водам участка детальной разведки.

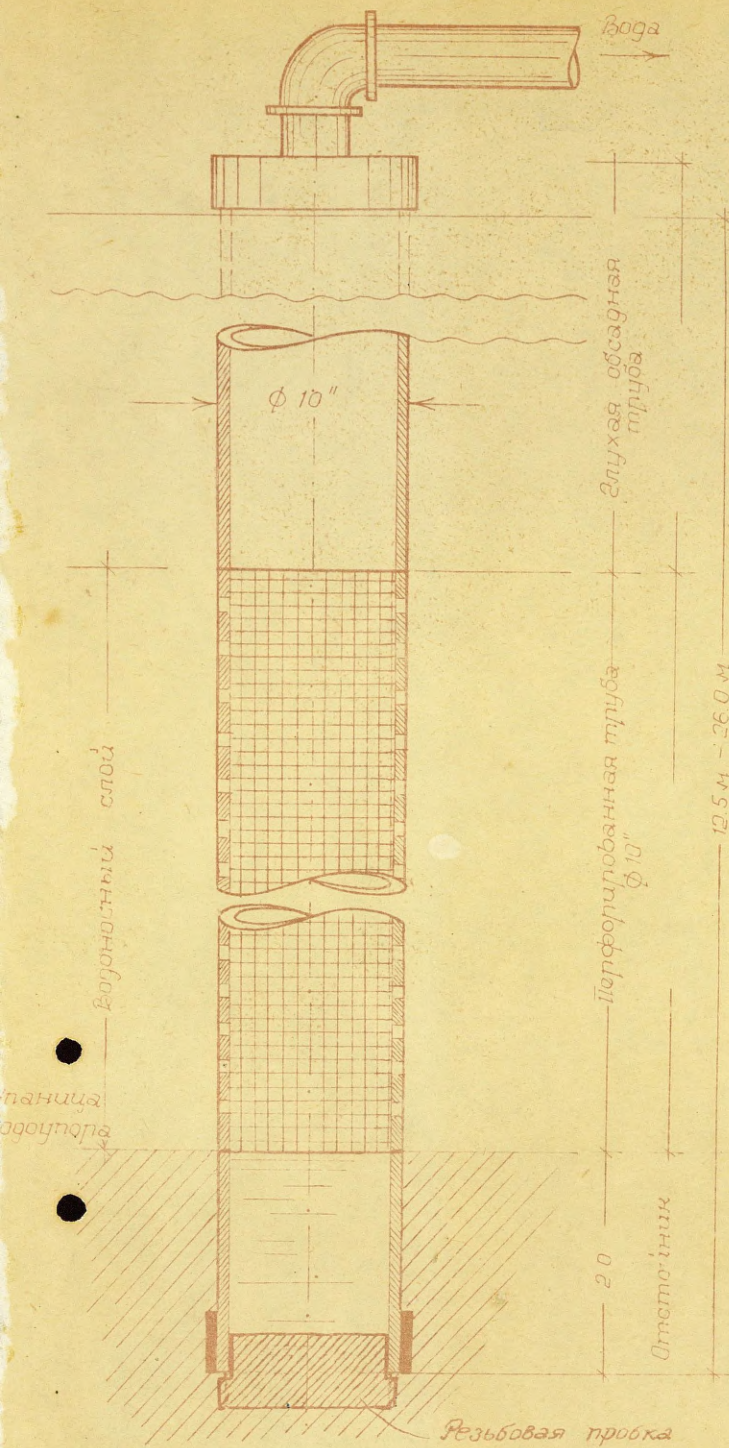
Согласно, вышесказанного, полученные запасы относятся к категории С₁.

В заключение представляется итоговая таблица данных результатов разведки эксплуатационных запасов подземных вод, представляемых в ГКЗ на утверждение (табл. № 45)

СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ОЦЕНКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПО УЧАСТКУ " ГАУЯ "

Таблица № 45.

№ п/п	Наименование участков	Наименование опытных кустов	Длина участков в м	Средняя мощность водоносного горизонта м	Среднее значение коэффициента фильтрации	Фактические дебиты при откачках из скв. л/сек	Понижение уровня в скважинах при откачке	Проектируемые						Запасы по категориям водоносных горизонтов				
								Расстояние между скважинами в ряду водозабора от реки в метр.	Расстояние водозабора от реки в метрах	К-во скв.	Эксплуатационный дебит скв. в л/сек	Предполагаемое понижение уровня в скважинах в метрах	Суммарный дебит ряда л/сек	А	В	С ₁ + С ₂		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1.	Опытно-эксплуатационный водозабор (Ледони)	II	750		70	33,3	3,6	50	70-80	14	18	3,6 (1,8 факт)	252	252	252	-		
2.	Каулини-Паунас	1-1У	2100	22,0	56	27,6	4,37	80	100	27	25	5,0	675	269,5	405,5	-		
		У	1000	11,8	67	20,4	5,22	80	100	12	23	4,0	276	114,4	161,6	-		
		УШ У1	1680	8,4	47	14,3	3,56	120	80	14	15	3,0	210	86,6	123,4	-		
3.	Иели-Пурмали	X III	3000	30	40	20,0	3,26	80	100	35	27	4,4	945	-	-	945,0		
4.	Ваверес	1X	1400	11,4	50	13,1	3,56	100	80	15	15,5	4,6	232,5	-	-	232,5		
												Всего				722,5	942,5	1177,5
												Всего по А + В + С ₁						2842,5 л/сек или 2456 тыс. м ³ /сут.



КОНСТРУКЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СКВАЖИНЫ.

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РАСХОД ТРУБ, СЕТКИ, ПОДКЛАДНОЙ ПРОВОЛОКИ И ПРИПОЯ ДЛЯ ВОДОЗАБОРА.

1	Общий метраж бурения в п/м	1144
2	Трубы обсадные (φ 10") в п/м	544
3	Трубы перфорированные (φ 10") в п/м	600
4	Сетка из нержавеющей стали (норма 0,8 м ² на 1 п.м) в м ²	480
5	Проволока опорная (норма 48 м на 1 п/м, или 3 кг на 1 п/м) в $\frac{м}{кг}$	$\frac{28800}{1800}$
6	Припой (третинник) при норме 0,55 кг на 1 п/м в кг	330

Рекомендуемая конструкция эксплуатационных скважин, фильтров и водоподъёмного оборудования

В результате расчёта системы взаимодействующих скважин на участке Паунас-Каулини получены следующие величины понижений 3,53-6,52 (табл. № 38). При опытных откачках понижения уровня составили 2,20-6,00 м (табл. № 40.)

Понижения на опытно-эксплуатационном водозаборе составили 1,3 м. Исходя из полученных понижений в качестве водоподъёмного оборудования можно рекомендовать центробежные насосы типа 4НДВ-5 НДВ, производительностью 25-30 л/сек.

Учитывая возможное зарастание фильтров в процессе эксплуатации и в связи с этим снижение дебита и следовательно увеличение понижения, диаметр принимаем с некоторым запасом 10".

Тип фильтра - сетчатый на перфорированном каркасе. Сетка из нержавеющей стали, с подбором номера сетки по granulометрическому составу водоносных песков.

Исходя из вышеизложенного принимается следующая конструкция скважин: начальный диаметр бурения $\varnothing 14$ - $\varnothing 12$ ", эксплуатационная колонна $\varnothing 10$ ".

Ориентировочный расход труб сетки, подкладной проволоки и припоя приведён на графическом приложении № 4.4.

ГЛАВА УИ. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ.

Денежные затраты на разведку и изучение месторождения составляют 242,2 тыс.рублей. Сметная стоимость работ составляет ~ 320,0 тыс.рублей. Затраты по основным видам работ приведены в разделе " Характеристика выполненных работ (глава I). Стоимость разведки одного кубического метра воды в сутки определена по затратам на разведку с учетом расчетного срока водопотребления.

При определении стоимости авторы отчета исходили из разведочных эксплуатационных запасов категории А+В в количестве 156 305 м³/сутки, составляющих суммарный дебит запроектированного водозабора, и амортизационного срока работы водозаборного сооружения (25 лет), принятого за расчетный срок водопотребления. Стоимость определена как частное от деления затрат на суммарный дебит проектируемого водозабора. Отсюда, стоимость одного кубического метра воды (в сутки) составит :

$$\frac{242\ 200}{156\ 305 \cdot 365 \cdot 25} = 0,0001 \text{ руб.}$$

Ниже приводится стоимость разведки одного кубометра воды, без учета расчетного срока водопотребления:

$$\frac{242\ 200}{156\ 365} = 1,55 \text{ руб.}$$

Перевод запасов на участках Иели-Пурмали и Бавери из нижней категории (С₁) С₂) в высшую категорию (А+В), при незначительных дополнительных затратах позволит еще более повысить эффективность гидрогеологических работ.

Методика полевых работ в основном не отличалась от рекомендованных инструкциями и соответствовала принятой в проекте разведки. Значительных новшеств или усовершенствований производственного в партии не было. В целом принятая методика разведочных и опытных работ оправдала себя как в отношении стадийности, так и по отношению всему комплексу работ.

Анализируя правильность принятой методики необходимо отметить и недостатки, имевшие место при производстве работ. Самым существенным недостатком, правда, не зависящем от непосредственных исполнителей поисковых работ, явилось отсутствие для участка работ гидрогеологической карты, которая могла бы послужить основой для развертывания гидрогеологических изысканий.

Вследствие этого перед Гидрогеологической партией встала необходимость заняться не соответствующим ее основному профилю работами, т.е. гидрогеологической съемкой.

Недостатками работ также являются кратковременность режимных наблюдений, и наблюдений за работой опытно-эксплуатационного водозабора и небольшие сроки установленные соответствующими постановлениями, на составление отчета, что не могло отразиться на его качестве.

В целях повышения эффективности гидрогеологических изысканий в ближайшие годы необходимо :

1. Охватить с 1965-1967 г. комплексной геолого-гидрогеологической съемкой масштаба 1:50000 - 1:25000 перспективные площади в окрестностях г.Риги, на которых планируется разведка дополнительных источников водоснабжения.

2. Предусмотреть уже в 1965 г. проведение детальной разведки на перспективных площадках Иели-Пурмали и Ваверес .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разведанный участок находится в долине р. Гауи, между её излучиной (19-й км от устья) и хут. Ани. Русло реки врезано в четвертичные отложения, которые представлены аллювиальными и озёрно-ледниковыми песками различного гранулометрического состава. Подстилаются эти пески моренными суглинками, мощностью более 8 м, ниже которых следует мощная толща песчано-глинистых отложений верхнего и среднего девона.

Мощность водоносного горизонта грунтовых вод в пределах участка детальной разведки колеблется от 8 до 35 м. За его пределами, ниже по течению р. Гауи, мощность увеличивается до 40-45 м. Зеркало грунтовых вод находится вблизи поверхности земли (1,5 - 5,0 м).

По химическому составу грунтовые воды соответствуют требованиям, предъявляемым к водам, используемым для централизованного водоснабжения населения, за исключением района излучины, где констатировано повышенное содержание железа и присутствие сероводорода. Коли-титр больше 300. Более низкие величины получены из некоторых скважин только в первый период откачки.

Вода р. Гауи характеризуется низким коли-титром и повышенной окисляемостью. Такие компоненты, как кальций, магний, железо, хлор и сульфаты находятся в пределах норм, предусмотренных для вод хозяйственно-питьевого качества.

Водопроницаемость водовмещающих пород характеризуется коэффициентами фильтрации порядка 20-85 м/сутки. Удельные дебиты скважин колеблются от 2,4 до 8,0 л/сек.

Эксплуатационные запасы грунтовых вод по промышленной категории А + В на участке Паунас-Каулини составляют 100 тыс. м³/сутки и по категории С₁ + С₂ на участке Иели - Пурмали и Ваверес - 102 тыс. м³/сутки. По сумме всех категорий - 245,6 тыс. м³/сутки.

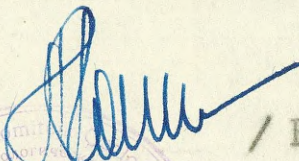



Разведанные запасы по категории А + В совместно с уже действующими водозаборами обеспечивают потребность Риги в питьевой воде до 1970 г.


При сооружении водозабора, состоящего из линейного ряда скважин, потребуется 53 скважины глубиной от 12,5 до 26 м, расположенных на расстоянии от 80 до 120 м друг от друга. При сооружении лучевого водозабора для получения этих же количеств воды потребуется строительство 4-5 кустов подрусловых скважин.

Во время эксплуатации опытного водозабора (с ноября 1964 г. по март 1965 г.), построенного в излучине при суточном водоотборе 21,8 тысяч м³/сутки, понижение составило всего 1,8 м.

Таким образом, геолого-гидрогеологические условия в рассматриваемом районе весьма благоприятны для строительства крупного водозабора. Близкое расположение от дневной поверхности зеркала грунтовых вод упрощает проектирование, строительство и последующую его эксплуатацию.

Река Гауя, ограничивающая разведанный участок, обеспечивает постоянное возобновление эксплуатационных запасов грунтовых вод.

 / КОЛОКОЛОВ Л.Ф. /
 / АДАМЯН К.В. /
 / ВОЗОЛИНШ В.П. /
 / ШМЕЛЬКОВ А.И. /



ЛИТЕРАТУРА

- I. Адамян К.В. - Отчет о результатах изыскания источников водоснабжения г.Риги в междуречье Тумшупе и Б.Югла в 1962г.
Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР г.Рига.
2. Адамян К.В.,
Лавринович М.Г. - Гидрогеологические условия Латвийской ССР.
Фонды института геологии АН Латв.ССР, Рига, 1962г.
3. Адамян К.В.,
Колоколов Л.Ф. - Предварительное заключение о гидрогеологических условиях на участке изыскания "Гаркалне", "Югла".
Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР, г.Рига, 1963г.
4. Э.А. Ауниньш,
Е.И. Тарапата - Гидрохимический состав воды реки Гауи.
Архив комитета по рациональному использованию и охране природных ресурсов СМ Латв.ССР.
5. Биндеман Н.Н. - К определению естественных запасов подземных вод. Разведка и охрана недр № I, 1962г.
- 6. Биндеман Н.Н. - Оценка эксплуатационных запасов подземных вод (методическое руководство).
Госгеолтехиздат, Москва, 1963г.
- 7. Бочеввер Ф.М.,
Веригий Н.Н. - Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения.
Госстройиздат, Москва, 1961г.
8. Богданович Е.,
Цукерманис К.,
Кнапс Р.,
Нейланде В. - Техничко-экономический доклад по водоснабжению г.Риги.
г.Рига, 1961г.
9. - Геология СССР. Латвийская ССР.
Госгеолтехиздат, 1960г.
10. Гаврилова А.В.
и др. - Отчет Огрской ГСН по работам 1959-60 гг.
(Геологическое строение и гидрогеологические условия территории листа 0-35-XXV).
Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР, 1963г.
- II. - Гидрогеологический ежегодник, 1960г.
Том I, вып.4.
Гидрометеиздат, 1963г.

12. - Гидрогеологический ежегодник, 1961 г.
Том I, вып. 4. Гидрометеиздат, 1964 г.
13. - Гидрогеологический ежегодник, 1962 г.
Том I, вып. 4. Гидрометеиздат, 1964 г.
14. - Гидрогеологическая изученность.
Том 4, вып. 2. Гидрометеиздат, 1964 г.
15. Духанина В.И., - Карта грунтовых вод Европейской части
Годионов Н.В., СССР в масштабе 1:150000 (с объяс-
Семихатов А.И. нительной запиской).
Госгеолтехиздат, Москва, 1958 г.
16. Зуммер М.А. - Пояснительная записка к гидрогеологичес-
кой карте Латв.ССР масштаба 1:500000.
Ленинград, 1947 г.
17. - Инструкция о порядке составления
проектов и смет на производство геолого-
разведочных работ. Госгеолтехиздат,
Москва, 1962 г.
18. - Инструкция по применению классификации
эксплуатационных запасов подземных вод.
Госгеолтехиздат, Москва, 1962 г.
19. Каменский Г.Н., - Гидродинамические основы прогноза режима
Габич И.К. и др. грунтовых вод. Изд. АН СССР, Москва,
1960 г.
20. Куделин Б.И. - Принципы региональной оценки естествен-
ных ресурсов подземных вод.
Изд. ИГУ, 1960 г.
21. Кузик Э.П., - Отчет о результатах сейсмических, электро-
Узункольева В.Ю. разведочных и гравиметрических работ,
выполненных на территории Латвии, Литвы
и Калининградской области.
Фонды госгеолкома Латв.ССР, г.Рига, 1958 г.
22. Лебедев А.В. - Прогноз изменений уровня грунтовых вод
на орошаемых территориях.
Госгеолтехиздат, Москва, 1957 г.
23. Лебедев А.В. - Некоторые итоги изучения баланса и дина-
мики влаги в зоне аэрации на Подмосковном
гидрогеологическом стационаре.
Тр. ВСЕГИНГЕО. Вопросы гидрогеологии и
инженерной геологии. Сб. 18. Госгеолтех-
издат, Москва, 1959 г.
24. Лебедев В.В. - Гидрология и гидрометрия в задачах.
Гидрометеиздат, Ленинград, 1952 г.

25. - Латвийская ССР. Очерки экономической географии. Изд. АН Латв.ССР. Рига, 1956г.
26. Лиепиныш П.И. - Девонские отложения долины р. Даугавы. Тр. ин-та геологии и АН Латв.ССР. Вып. III, Рига, 1959г.
27. Лукашева А.В., Уголев Л.Я. - Отчет о работах Рижской сейсмической партии № 3/60 в Латв.ССР. Фонды госгеолкома Латв.ССР г.Рига.
28. Лукашева А.В., Завозина Л.В. - Отчет о работах Рижской сейсмической партии № 3/61 в Латвийской и Литовской ССР. Фонды Госгеолкома Латв.ССР г.Рига.
29. Лукашева А.В., Узункольева В.Ю., Уголев Л.Я., Кубарев Д.С. - Отчет о работах Рижской сейсморазведочной партии № 3/59 в Латвийской электро-разведочной партии № 21/53 в Латвийской ССР. Фонды Госгеолкома Латв.ССР г.Рига.
30. - Методическое указание по проведению отдельных этапов гидрогеологических исследований (проект). Тр. ВСЕГИНГЕО, Москва, 1960г.
31. - Методическое указание по проведению предварительной разведки подземных вод, как полезного ископаемого (проект). Тр. ВСЕГИНГЕО, Москва, 1960г.
32. Мишин Д.В., Шармай А.Д., Лишляин В.А. и др. - Отчет о работах электроразведочных партий № 10/51, 11/51, 12/51, 21/51, 22/51, гравиметрической партии 20/51 в Латвийской, Литовской ССР и Калининградской области. Москва, ГВФ, 1961г.
33. - Научно-технический отчет Рижской Устьевой станции за 1962г. РУС, 1963г.
34. - Научно-технический отчет Рижской устьевой станции за 1963г. РУС, 1964г.
35. - Отчет по комплексной геолого-гидрогеологической съемке в масштабе 1:200000. Фонды госгеолкома Латв.ССР, 1961-62гг.
36. - Отчет по комплексной геолого-гидрогеологической и почвенной съемке масштаба 1:200000 окрестностей Риги и ближайших районов. Фонды Госгеолкома, Ленинград, 1949-52гг.

37. Пасторс А.А. - Река Гауя (гидрологический очерк).
Архивы Комитета по рациональному использо-
ванию и охране природных ресурсов СМ
Латв.ССР.
38. Перконс В. - К вопросу стратиграфии плейстоценовых
отложений Латв.ССР.
39. Плотников Н.А. - Оценка запасов подземных вод.
Госгеолтехиздат, Москва, 1959г.
40. Плотников Н.И. - Условия водоносности трещиноватых пород
палеозоя на примере гидрогеологических
районов рудных месторождений Средней
Азии. Тр. ин-та геологии АН Узб.ССР,
вып.3, 1949г.
41. Плотников Н.И. - Некоторые особенности формирования
естественных запасов подземных вод
полупустынных зон. Булл.МОИП, 1954г.
42. Плотников Н.И. - Подземные воды для целей осушения целин-
ных и залежных земель.
Советская геология, 1956г. № 56.
43. Плотников Н.И., - Подземные воды рудных месторождений.
Сыроватко М.В.,
Щеголев Д.И. Металлургиздат, 1957г.
44. Плотников Н.И. - Водоснабжение горно-рудных предприятий.
Госгортехиздат, 1961г.
45. Попов В.Н. - Организация и производство наблюдений
за режимом подземных вод (инструктивные
указания). Госгеолтехиздат, Москва,
1955г.
46. Ринес Е.А. - О результатах применения метода конечных
разностей для изучения режима и баланса
грунтовых вод в Присиванской части
Степного Крыма.
Тр. ВСЕГИНГЕО. Сб.17, Госгеолтехиздат,
Москва, 1959г.
47. Слейнис Я.А. - Отчет о геологоразведочных работах, прове-
денных на месторождении графия "Гаркалис"
в 1955-56гг. Латгипропром, 1955г.
48. Соколов Н.И., - Заключение по водоисточникам и схеме
Грицай Б.И. водоснабжения г.Риги. "Гипрокоммунал-
канал", машинопись, фонды Госгеолкомитета
Латв.ССР.
49. Скабаллонович
Н.А. - Методика опытных откачек. Госгеолтехиздат,
Москва, 1960г.

50. - Справочник гидрогеолога, Госгеолтехиздат, Москва, 1962г.
51. Силин-Бекчурин А.И. - Динамика подземных вод. Изд. МГУ, 1958г.
52. Синягин Г.М. - Геология и гидрогеология Ладожско-Прибалтийской впадины, Москва, Госгеолтехиздат, 1939г.
53. - Техническая инструкция по гравиметрической разведке. Госгеолтехиздат, 1961г.
54. Трубяччинский Н. - Магнитные наблюдения по берегам Балтийского моря в 1911-1912гг. Записки Гидр. том II, Ленинград, 1926г.
55. Фурсов Н.Н. - Отчет о работах Прибалтийской аэромагнитной партии № 35/59 на территории Латвийской и Эстонской ССР. Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР г.Рига.
56. Шмельков А.И. - Отчет о результатах гидрогеологических изысканий источников водоснабжения г.Риги в районе Ремберги. Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР, г.Рига, 1961г.
57. Шмельков А.И. - Отчет по изысканиям источников водоснабжения по г.Риге в районе Катлакалнс. Фонды Госгеолкомитета Латв.ССР, г.Рига, 1961г.
58. Разумов Т.А. - Лучевые водозаборы для водоснабжения городов и промышленности, Москва, 1962 г.