

18266/

ВИЛЬНЮССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. В. КАПУКАСА

---

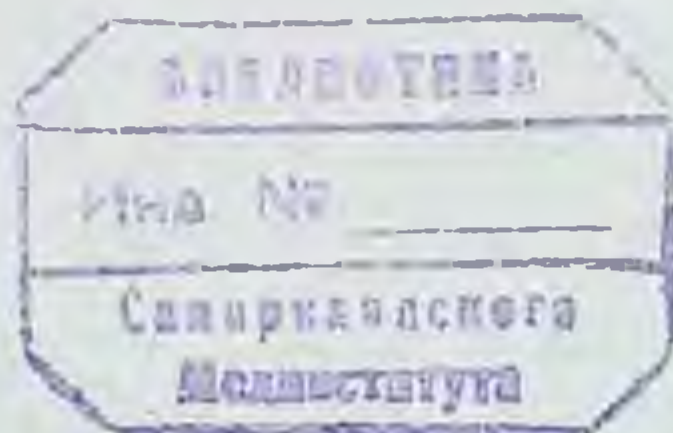
Е. М. ШТАРКАС

6

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
В ЛИТОВСКОЙ ССР

756. ГИГИЕНА  
II ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук



Вильнюс — 1969

п.к.

Е. М. ШТАРКАС

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
В ЛИТОВСКОЙ ССР

756. ГИГИЕНА  
И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте эпидемиологии, микробиологии и гигиены Министерства здравоохранения Литовской ССР.

Диссертация представлена в двух томах на 753 страницах, содержит 112 таблиц, 55 рисунков и 49 фотографий. Список использованной литературы включает 752 названия, в том числе 233 иностранных.

Научный консультант — заслуженный деятель науки РСФСР, Член-корр. АМН СССР, доктор медицинских наук профессор С. Н. Черкинский.

#### Официальные оппоненты:

1. Член-корреспондент Академии Наук Литовской ССР, доктор медицинских наук профессор В. И. Гирдзияускас.
2. Доктор медицинских наук профессор В. М. Жаботинский.
3. Доктор медицинских наук профессор П. В. Остапеня.

Высшее учебное заведение, давшее отзыв о работе, — Рижский медицинский институт.

Автореферат разослан *24* февраля ..... 1969 г.

Защита диссертации состоится *27* марта ..... 1969 г.

на заседании Совета медицинского факультета Вильнюсского Государственного университета им. В. Капсукаса (г. Вильнюс, ул. Чюрлионно, № 21).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Вильнюсского Государственного университета им. В. Капсукаса.

Ученый секретарь  
Вильнюсского Государственного университета



## ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране осуществляется грандиозная работа по претворению в жизнь величественной Программы КПСС. В этом большом и созидательном труде значительное внимание уделяется улучшению материально-бытовых условий жизни советского народа, развертыванию широкого фронта коммунального строительства, благоустройству городов и сел. Советская гигиеническая наука и санитарная практика нераздельно связаны с социалистическим строительством.

Одна из важных народнохозяйственных и гигиенических проблем, требующих неотложного решения, — обеспечение населения доброкачественной питьевой водой. В этой области на первый план выдвигаются исследования, имеющие целью, с одной стороны, изучить состояние источников водоснабжения и расширить возможности их использования, а с другой — изучить эффективность всей системы санитарно-технических мероприятий по предупреждению заболеваний инфекционной и неинфекционной природы, связанных с водным фактором.

При разработке этой проблемы, наряду с методами, используемыми современной гигиеной в подобного рода научных исследованиях (физико-химическими, бактериологическими, гидрогеологическими, гидрологическими и гидробиологическими), важное значение имеет и статистическое изучение заболеваемости населения. Оно может дать сведения для суждения о ненадежности тех или иных элементов системы водоснабжения и доказательства гигиенической эффективности оздоровительных мероприятий.

Ознакомление с эпидемиологической обстановкой в Литовской ССР, причинами возникновения среди населения заболеваний неинфекционной природы, гидрогеологическими, санитарно-техническими и другими факторами, связанными с проблемой водоснабжения, позволило определить направление исследований, могущих помочь при решении вопросов водоснабжения населенных мест республики.

В течение многих лет мы занимались изучением этой проблемы. В нашу задачу входило изучение:

— артезианских вод — источников централизованного водоснабжения и обоснование границ зоны санитарной охраны водозаборов,

— грунтовых вод республики, используемых при децентрализованном водоснабжении,

— водного фактора распространения кишечных инфекционных заболеваний и заболеваний неинфекционной природы,

— инфильтрационных вод, используемых для централизованного водоснабжения населения,

— метода искусственного обогащения подземных вод за счет поверхностных.

Всего в работе использовано более 6000 химических и 14000 микробиологических анализов воды. Лабораторные исследования проводились по общепринятой методике в руководимом нами отделе коммунальной и сельской гигиены и частично в санитарно-эпидемиологических станциях и смежных лабораториях нашего института — микробиологической и вирусологической, сотрудникам которых мы выражаем свою признательность.

Изученные нами 60 гидрогеологических отчетов и проектов водоснабжения, дополненные материалами об эксплуатации водозаборов и качестве воды, позволили дать гигиеническую оценку особенностей залегания подземных вод в Литовской ССР.

Эти материалы послужили основой определения границ зоны санитарной охраны водозаборов.

В проведении ряда опытов в натуральных условиях принимали участие гидрогеологи В. Иодказис, И. Дилюнас, З. Шонта, М. Балтушникайте.

Экспериментальные исследования проводились на модельных установках, сконструированных по нашим эскизам.

## **ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЛИТОВСКОЙ ССР — РАЗВИТИЕ И ОБЩАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Вопросам гигиены воды и водоснабжения посвящено множество работ и монографий. Забота о получении достаточного количества питьевой воды, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по своему солевому составу, а также обладающей хорошими органолептическими свойствами, определяет основные гигиенические задачи водоснабжения населенных мест.

Практикой и научными исследованиями доказана большая роль водного фактора в распространении кишечных инфекционных заболеваний и массовых заболеваний неинфекционного происхождения.

С бурным ростом промышленности и культуры населения значительно возросло водопотребление. Загрязнение же во-



ды открытых водоемов сточными водами предприятий химической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности, а также детергентами и пестицидами заставляет с максимальным вниманием отнестись к возможности преимущественного использования подземных вод.

Развитие водоснабжения в Литве шло различными путями, при выраженном стремлении добывать подземные воды, хотя получение их с давних времен представляло большие трудности. В Вильнюсе уже в XVI столетии использовались Вингряйские, Острабрамские, Миссионерские ключевые источники и источники Левки. Современного типа водопровод в Вильнюсе построен в 1912 году и, после многолетних споров, артезианские воды города стали единственным источником централизованного водоснабжения. По такому же пути шло развитие водопровода в Клайпеде. В Каунасе в 1930 году построен водопровод на инфильтрационных водах.

Интенсивное и организованное строительство водопроводов в городах, районных центрах и сельской местности Литовской ССР началось только после восстановления в Литве Советской власти. В настоящее время в 49 городах республики действуют водопроводы; подача воды неуклонно возрастает. Длина водопроводных сетей по сравнению с 1940 годом возросла почти в три раза.

Для централизованного водоснабжения в городах Литовской ССР широко используются артезианские воды межморенного, верхнемелового, нижнемелового, пермского, тартуского, ловатского, псково-чудовского и тартуско-швентойского водоносных горизонтов. Эти водоносные горизонты в основном обособлены от других и имеют сравнительно мощные, перекрывающие толщи из глин или других водонепроницаемых пород. Однако на отдельных участках, где есть гидравлическая связь с реками, ввиду чрезмерного понижения динамического уровня в скважинах, создается опасность ухудшения качества артезианских вод.

Как показали результаты многолетних лабораторных исследований, вода отвечает основным требованиям (табл. 1) — она прозрачна, без запаха, за исключением воды из водозаборов № 1 и № 2 города Клайпеды, где иногда появляется слабый запах сероводорода, слабощелочная во всех пробах (рН от 7,09 до 7,63), жесткость умеренная — от  $4,39 \pm 0,11$  до  $6,71 \pm 0,50$  мг/экв. и нигде не превышает допустимой по ГОСТ'у.

Хлоридов от  $6,0 \pm 0,27$  до  $88,08 \pm 5,90$  мг/л; их больше в водах пермского и девонского горизонтов и меньше в водах четвертичных отложений. Содержание сульфатов колеблется в пределах от  $6,71 \pm 0,42$  мг/л до  $86,0 \pm 7,1$  мг/л и остается в границах, допустимых нормами ГОСТ'а. Аммонийный азот от 0 до  $0,64 \pm 0,074$  мг/л, причем в аллювиальных водах его

гораздо больше, чем в водах пермского и девонского горизонтов. Наибольшее и постоянное количество аммиака гумусового происхождения обнаруживается в воде глубоких скважин Клайпедских водозаборов № 1 и № 2. Количество железа в подземных водах нередко превышает допустимое по ГОСТу, и в ряде городов Литвы вода подлежит обезжелезиванию.

Практика и наблюдения за использованием подземных вод показывают, что водоносные горизонты должны рассматриваться как единый, гидравлически взаимосвязанный, водоносный комплекс. Защищенность горизонтов должна рассматриваться как необходимое условие эпидемиологической безопасности водопользования, стабильности химического состава и сохранения запасов воды. Нарушение гидростатического равновесия, как правило, влечет за собой изменение химического состава воды. В определенных условиях может послужить причиной и бактериального загрязнения. Вычисленные нами и приведенные в таблице 1 средние величины могут служить критерием для суждения о постоянстве состава воды в источниках разных районов Литвы. При отклонениях же в сторону увеличения содержания отдельных ингредиентов в каждом случае следует разобраться в причинах таких изменений для своевременного принятия мер охраны источников.

В связи с этим мы разработали некоторые общие положения для установления границ зон санитарной охраны основных водозаборов республики. Эти границы, определенные нами на основании многолетних исследований, утверждены решениями местных исполнительных комитетов Советов депутатов трудящихся.

Опыт работы в этом направлении позволяет заключить, что границы I-го пояса зоны санитарной охраны артезианских и грунтовых вод могут быть установлены в соответствии с рекомендациями, изложенными в Инструкции, утвержденной ВГСИ (№ 219—56 от 7.VII.1956). При определении же границ II-го пояса в условиях Литвы приходится учитывать неблагоприятные гидрогеологические и санитарные особенности в районе ряда водозаборов. Это заставляет устанавливать границы II-го пояса зоны санитарной охраны в пределах депрессии, создающейся вокруг всей группы скважин водозабора, и осуществлять здесь весь комплекс необходимых санитарно-оздоровительных мероприятий.

Мы считаем, например, что границы II-го пояса зоны санитарной охраны водозабора г. Паневежис должны охватывать территорию площадью 4—5 км<sup>2</sup>, а в г. Шяуляй — 10 км<sup>2</sup>.

Чрезмерное понижение динамического уровня воды в скважине может обусловить приток из других водоносных горизонтов, что таит в себе опасность изменения к худшему



Таблица 1

Средние показатели качества воды водозаборов различных горизонтов артезианских вод, эксплуатируемых для централизованного водоснабжения городов республики (за 1957—1965 г.г.)

Эксплуатируемый водоносный горизонт	Город и наименование водозаборов	M ± m										Общее железо мг/л
		рН	щелочность мг/экв.	общая жесткость мг/экв.	хлориды мг/л	сульфаты мг/л	окисляемость мг O <sub>2</sub> /л	Азот мг/л		Общее железо мг/л		
								нитратный	аммонийный			
город Вильнюс												
Подморенный	Водозабор № 1	7,4 ± 0,011	4,54 ± 0,015	5,56 ± 0,16	32,84 ± 1,08	39,21 ± 0,80	1,54 ± 0,076	следы	0,181 ± 0,031	1,25 ± 0,05		
Межморенный	" № 2	7,32 ± 0,01	4,59 ± 0,017	5,01 ± 0,096	9,77 ± 0,23	30,23 ± 0,30	1,390 ± 0,056	следы	0,22 ± 0,009	1,39 ± 0,06		
Межморенный	" № 5	7,34 ± 0,012	4,59 ± 0,013	5,00 ± 0,13	6,00 ± 0,27	18,47 ± 0,48	1,51 ± 0,07	следы	0,24 ± 0,05	2,21 ± 0,12		
Аллювиальный, межморенный	" № 6	7,57 ± 0,0037	4,04 ± 0,012	4,39 ± 0,11	20,05 ± 0,3	45,19 ± 1,2	1,51 ± 0,055	следы	0,037 ± 0,0036	0,22 ± 0,016		
Аллювиальный, межморенный	" № 7	7,35 ± 0,03	4,29 ± 0,03	5,00 ± 0,17	7,63 ± 0,13	25,73 ± 1,19	1,290 ± 0,087	следы	0,104 ± 0,008	0,602 ± 0,03		
Аллювиальный, межморенный	" № 8	7,2 ± 0,007	4,35 ± 0,08	5,55 ± 0,60	21,98 ± 2,4	28,43 ± 1,6	1,70 ± 0,14	0,06 ± 0,02	0,11 ± 0,018	0,31 ± 0,014		
Межморенный	Н. Вильня	7,2 ± 0,005	4,43 ± 0,022	5,03 ± 0,47	23,74 ± 0,99	6,71 ± 0,42	2,0 ± 0,18	следы	0,207 ± 0,02	1,36 ± 0,56		
Ловатский, пермский	г. Шяуляй	7,23 ± 0,09	6,4 ± 0,05	6,71 ± 0,34	11,05 ± 0,37	56,94 ± 4,8	3,2 ± 0,2	0,07 ± 0,01	0,21 ± 0,03	0,239 ± 0,02		
Псково-чудовский	г. Паневежис	7,09 ± 0,016	6,03 ± 0,05	6,10 ± 0,3	17,73 ± 3,50	45,2 ± 4,8	2,04 ± 0,06	следы	0,18 ± 0,01	0,98 ± 0,10		
Пермский	г. Клайпеда	7,62 ± 0,013	6,34 ± 0,015	5,01 ± 0,12	36,26 ± 1,15	29,83 ± 1,20	2,59 ± 0,09	следы	0,56 ± 0,0024	0,230 ± 0,017		
Пермский	" № 2	7,63 ± 0,01	6,04 ± 0,036	5,80 ± 0,56	88,08 ± 5,90	86,0 ± 7,1	2,5 ± 0,15	следы	0,640 ± 0,074	0,260 ± 0,02		



качества воды. Поэтому в подобных случаях, кроме определения границ зоны охраны, следует устанавливать и надлежащий режим эксплуатации водозаборов.

В г. Вильнюсе, где на некоторых водозаборах используются также инфильтрационные воды, во II пояс зоны санитарной охраны следует включить отрезок реки Нерис (2 км выше по реке для водозабора № 8 и 5 км — для водозаборов № 6 и № 7).

В то же время в районе водозаборов № 1 и № 2 г. Клайпеды, где имеются 200-метровая толща водонепроницаемых пород, практически нет опасности бактериального загрязнения водоносного горизонта.

Децентрализованное водоснабжение в республике осуществляется главным образом через шахтные колодцы, питающиеся грунтовыми водами.

В 1962—63 гг. санитарно-эпидемиологические станции и санитарно-эпидемиологические отделы провели паспортизацию 116. 719 шахтных колодцев в городах и селах республики по составленной нами анкете.

При обследовании было выявлено, что в 62% случаев территория колодцев незамощена, 21% срубов нуждается в ремонте, 6% — вовсе не имеет сруба, только около 2% оборудованы ручными насосами, а 34% не имеют даже ведер общего пользования. 22% колодцев используют верховодку.

Неудовлетворительное состояние колодцев и, главным образом, несовершенство способа забора воды сказывается на качестве воды колодцев: в 8% случаев мутная или цветная, а 47% титр кишечной палочки ниже 10. Несвоевременная очистка более половины колодцев от ила также ухудшает органолептические свойства воды.

В неглубоких колодцах (до 5—7 м), где грунты загрязнены органическими веществами, обнаруживаются изменения в солевом составе воды.

Летом, при понижении уровня грунтовых вод, их минерализация увеличивается, а весной и осенью, в результате повышения уровня за счет атмосферных осадков, минерализация снижается. Количество хлоридов варьирует в пределах от  $73,621 \pm 0,005$  (Вильнюс) до  $211,800 \pm 0,001$  (Клайпеда). В Клайпедке относительно высокое содержание хлоридов объясняется близким расположением шахтных колодцев от хлоридно-натриевых вод Балтийского моря, но чаще увеличение содержания хлоридов в грунтовых водах ряда городов Литвы является результатом жизнедеятельности человека.

Пока будут построены водопроводы, шахтные колодцы будут существовать, и упорядочение их оборудования и эксплуатации сохраняют все свое значение.

## ВОДНЫЙ ФАКТОР ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

В распространении ряда кишечных инфекционных заболеваний и некоторых заболеваний неинфекционной природы в условиях Литвы играет роль и водный фактор.

В буржуазной Литве этому обстоятельству не уделялось достаточного внимания (И. М. Шопаускас, 1939). Однако ознакомление с санитарно-техническим состоянием водного хозяйства Литвы и с заболеваемостью населения в досоветское время убеждает в том, что в распространении тифо-паратифозных, а возможно и других кишечных инфекций (дизентерия и др.), определенную роль играло заражение через воду. Об этом можно судить хотя бы по водной эпидемии 1941 г. в г. Вильнюсе.

Проведенный нами анализ материалов, относящихся к вспышкам тифо-паратифозных заболеваний, доказывает, что многие из них возникали вследствие нарушения санитарно-технических правил при строительстве и эксплуатации главных водопроводных сооружений, неисправности сети и ее загрязнения стоками, а также в результате использования для питья загрязненных поверхностных и грунтовых вод.

Существенный интерес в связи с микроэлементным составом воды представляет заболеваемость неинфекционной природы. В республиках Прибалтики, несмотря на близость моря, имеется ряд биогеохимических провинций, характеризующихся недостаточностью йода и повышенной заболеваемостью зобом (Л. А. Куйк, 1961, П. Гринскис, 1961, 1963; Э. Гринене, 1965 и др.). П. Гринскис в 15 обследованных школах нашел гиперплазию щитовидной железы у 41,8% школьников, а при обследовании рабочих 7 промышленных предприятий республики у 5,6% установил зоб и у 35,6% — гиперплазию щитовидной железы.

Низкое содержание йода в поверхностных и грунтовых водах, являясь показателем общей йодной недостаточности местности, позволяет предположить, что в Литве в ряде районов существует потенциальная возможность развития очагов эндемического зоба, например, в Шяуляй и Шяуляйском районе, где в воде шахтных колодцев содержание йода низкое, в среднем от 1,21 до 1,99  $\mu$ /л. Здесь эндокринологические обследования населения следует проводить в первую очередь. Вообще же в питьевых водах Литвы содержание йода варьирует в значительных пределах (таблица 2).

В аллювиальных водах йода в среднем найдено 5,44  $\mu$ /л, а в межморенных — 13,34  $\mu$ /л, пермском водоносном горизонте — 18,0  $\mu$ /л, девонском — 8,7  $\mu$ /л. В водах верхних и нижнемеловых водоносных горизонтов — от 15,68 до 41,4  $\mu$ /л.

В то же время в глубоких водах псково-чудовского водоносного горизонта девонского комплекса обнаружено все-



Содержание фтора и йода в воде основных водоносных горизонтов  
Литовской ССР

Место отбора пробы	Средние данные о содержании микроэлементов в воде		Примечание
	фтор мг/л	йод γ/л	

## 1. Комплекс вод, заключенных в четвертичных отложениях

## а) Аллювиальные воды

Вильнюс, водозабор № 6*	0,12	3,12	* используют- ся также меж- моренные воды
„ „ „ № 7*	0,20	2,56	
„ „ „ № 8*	0,15	2,40	
Каунас, водозабор Эйгуляй—Клебо- нишкис	0,05	2,22	
Каунас, водозабор Вицюнай	0,17	11,71	** и *** ис- пользуются так- же межморен- ные воды
„ „ „ Петрашюнай **	0,07	1,67	
Алитус, горводопровод	0,27	2,70	
Клайпеда, водозабор № 3***	0,35	14,40	

## б) Межморенные воды

Вильнюс, Н. Вильняский водозабор	0,18	1,36	
„ водозабор № 2	0,15	0,18	
„ водозабор № 1****	0,22	7,02	**** исполь- зуется подмо- ренный водо- носный гори- зонт
Таураге, скважина молокозавода	0,32	47,40	
Таураге, скважина горводопровода	0,25	48,60	
Плунге, скважина горводопровода	0,32	3,86	
Пренай, горводопровод	0,34	0,24	
Утена, скважина райбольницы	0,30	9,75	
Бирштонас, скважина санатория «Спалис»	0,30	1,66	

## 2. Верхний меловой водоносный горизонт

Капсукас, горводопровод	0,28	29,6
Друскининкай, горводопровод	0,25	1,76

## 3. Нижний меловой водоносный горизонт

Расейняй, скважина рест. «Раса»	0,23	41,40
---------------------------------	------	-------

## 4. Пермский водоносный горизонт

Клайпеда, водозабор № 1 *****	1,5	15,4	***** исполь- зуются также воды девонско- го водоносного комплекса
„ „ „ № 2 *****	2,3	25,6	
Паланга, горводопровод	3,5	20,4	
Тельшяй, горводопровод	0,8	10,6	

## 5. Девонский водоносный комплекс

## а) Жагарский водоносный горизонт

Мажейкяй, горводопровод	0,48	10,6
-------------------------	------	------

Место отбора пробы	Средние данные о содержании микроэлементов в воде		Примечание
	фтор мг/л	иод γ/л	

## б) Ловатский водоносный горизонт

Шяуляй, скв. № 5 горводопровода	0,53	20,4
Шяуляй, скв. № 10 горводопровода	0,57	20,5

## в) Псково-чудовский водоносный горизонт

Кедайнйй, скв. № 1 горводопровода	0,65	2,92
Паневежис, горводопровод	0,25	3,00
Скважина пекарни села Кловиню, Утенского района	0,27	5,90
Рокншкис, горводопровод	0,25	10,16
Понишкис, скважина № 1108	0,13	3,38
Понишкис, горводопровод	0,22	8,10
Утена, скважина молокозавода	0,35	4,56

го 2,32—3,0 γ/л йода, а в аллювиальных водах, например, в Каунасе (Вичюнай)—11,71 γ/л.

Все же следует считать, что в большинстве случаев в эндемических по зубу районах использование глубоких подземных вод может в известной мере улучшить йодный баланс. Именно в этих районах необходимо в первую очередь основывать водоснабжение населения на глубоких источниках.

В Литовской ССР отмечается значительная пораженность кариесом зубов среди детей (В. Катилене, 1965, 1966, V. Katilienė, S. Leiruvienė, J. Štarkas, 1967); в таблице 3 представлены сведения об этом по ряду городов и районов республики и о малом содержании фтора в источниках питьевого водоснабжения этих мест.

Таблица 3

Содержание фтора в питьевых водах некоторых городов и районов Литовской ССР и распространение кариеса зубов у детей

Местность	Количество фтора в воде (мг/л — по данным З. Лейпувене)	% пораженных от общего числа обследованных — по данным В. Катилене
Гор. Вильнюс	0,180 ± 0,010	96,60 ± 0,30
Тракайский район	0,250 ± 0,018	82,89 ± 1,00
Кретингский район	0,180 ± 0,019	76,13 ± 0,90
Гор. Шяуляй	0,592 ± 0,015	69,0 ± 1,7



Содержание фтора в воде основных водоносных горизонтов представлено в табл. 2. В артезианских водах, оставаясь на низком уровне, оно колеблется в довольно значительных пределах — от 0,05 до 3,5 мг/л. Меньше всего фтора в аллювиальных и межморенных водах. В воде ловатского подгоризонта девонского водоносного комплекса количество фтора близко к оптимальному, в северо-западной части республики (Паланга, Кретинга, Клайпеда) в скважинах, эксплуатирующих пермский водоносный горизонт, вода отличается высоким его содержанием. В остальных же районах республики подземные воды бедны фтором.

Эти сведения могут служить основанием для практических мероприятий в каждой отдельной местности.

## ИНФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ВОДЫ, ИХ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ЗНАЧЕНИЕ В ЛИТОВСКОЙ ССР

Гидрогеологические условия Литвы благоприятствуют артезианскому водоснабжению, однако в ряде городов республики возможности использования артезианских вод ограничены. Считая весьма важным в гигиеническом и эпидемиологическом отношении сохранить и в дальнейшем подземные воды как основу централизованного водоснабжения в Литве, мы сосредоточили свое внимание на исследовании инфильтрационных вод.

Техническим приемам и принципам использования аллювиально-инфильтрационных вод посвящено немало работ. (Е. Принц, 1932; И. Скабалланович, 1935; А. Овчинников, 1955; Ф. Саваренский, 1955 и др.). Однако гигиенические аспекты такого водоснабжения до последнего времени не получили достаточного освещения.

Наблюдения и исследования мы начали в г. Каунасе, где на водозаборе Эйгуляй-Клебонишкис с 1930 года для водопровода используют аллювиально-инфильтрационные воды. Водовмещающие отложения представлены песчаными, песчано-гравелистыми и гравийно-галечно-валунными разностями. С глубиной крупность фракций песчаного и гравийно-галечникового материала возрастает. Общая мощность аллювиальных образований в районе водозабора колеблется от 14,7 до 30,8 м. Верхний водоупор отсутствует. Водоносный горизонт подстилается моренными суглинками. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород в Эйгуляйской части водозабора меняется от 86 до 195, а в Клебонишской — от 29,0 до 89,0 м в сутки. По данным Б. П. Петрулиса (1954) питание водозабора во время его эксплуатации происходит в основном за счет инфильтрации воды реки (около 70%). Скважины водозабора находятся на расстоянии 200 метров от реки. Способ

подачи воды — сифонный. Речная вода в районе водозаборов без запаха и не имеет выраженных отрицательных особенностей химического состава, однако титр кишечной палочки весьма низкий — 0,04—0,004.

Как показали многолетние наблюдения, инфильтрационная вода бесцветна, прозрачна, без привкуса, рН 7,0—7,5, азот аммиака и нитраты или вовсе отсутствуют или обнаруживаются лишь их следы. Колебания жесткости воды невелики 4,0—5,0 мг/экв, сульфатов от 0 до 60 мг/л, хлоридов от 0 до 20 мг/л и др. и носят сезонный характер.

Титр кишечной палочки аллювиально-инфильтрационных вод постоянно превышает 300. Для выяснения возможности приближения скважин к контуру их питания мы проводили исследования на специально сооруженном створе скважин, идущем в перпендикулярном направлении от контура питания к линейному водозабору; расстояние между скважинами 25 и 50 м. Трехлетние наблюдения показали, что общая минерализация и ее годовая амплитуда увеличиваются с удалением скважин от реки, однако настолько незначительно, что не меняют ни типа воды, ни ее питьевых качеств. Титр кишечной палочки на расстоянии до 50 метров от реки нередко ниже норматива, но уже в 75 метрах он выше 300.

В послевоенные годы в Каунасе оборудованы Вичюнайский и Петрашюнайский инфильтрационные водозаборы.

На Вичюнайском водозаборе гидрогеологические условия в основном такие же, как в Эйгуляй-Клебонишкисе. Питание аллювиального водоносного горизонта происходит большей частью за счет притока воды из реки Нямунас. Расстояние скважин от реки — 100 м. Речная вода имеет значительную цветность, слабощелочная, умеренной жесткости, минерализация 203—513 мг/л, титр кишечной палочки — 0,4—11,1. Аллювиально-инфильтрационные воды за счет добавления грунтовых вод обладают большей жесткостью, чем речная вода. Титр кишечной палочки постоянно более 300.

Петрашюнайский водозабор сооружен на берегу искусственного Каунасского водохранилища. На участке водозабора в разрезе четвертичных отложений выявлена погребенная долина широтного направления, заполненная в основном флювиогляциальными отложениями. В местах, где нет верхнего водоупора, эти отложения перекрываются современными аллювиальными и золовыми отложениями. Вода Каунасского водохранилища прозрачная, без вкуса и запаха, умеренной жесткости. Водозабор представляет собой линейный ряд скважин, расположенных вдоль водохранилища на расстоянии 300—400 м от берега; вода из скважин прозрачная, без цвета и запаха, умеренной жесткости — от 4,7 до 6 мг/экв, рН 7,0—7,4. Отмечаются незначительные сезонные колебания



содержания хлоридов, сульфатов, азота аммиака, а также окисляемости. Титр кишечной палочки постоянно более 300.

О степени улучшения инфильтрационных вод, сравнительно с речной, можно судить по таблице 4.

Таблица 4

Средние данные качества воды инфильтрационных водозаборов г. Каунаса и открытых водоемов, на берегах которых они оборудованы

Показатели	Эйгуляй-Клебонишкис		Вичюнай		Петрашюнай	
	Река Нерис	Инфильтрационный водозабор	Река Нямунас	Инфильтрационный водозабор	Каунасское водохранилище	Инфильтрационный водозабор
Хлориды мг/л	9,0	13,02	11,2	43,38	11,95	18,46
Сульфаты мг/л	25,48	24,14	23,6	63,48	14,90	31,47
Азот нитратный мг/л	следы	0,2	0,06	0,42	следы	следы
Азот аммонийный мг/л	0,55	следы	0,06	0,009	0,09	0,06
Общее железо мг/л	0,88	следы	0,03	0,17	0,13	0,54
Окисляемость мг O <sub>2</sub> /л	5,18	1,17	6,23	1,67	7,27	1,88
Титр кишечной палочки	0,004— —1,05	> 300	0,04— —11,1	> 300	0,04— —0,4	> 300

В Вильнюсе для водоснабжения проектируемого нового жилого района города в Виршулишкисе гидрогеологами оконтурен участок, богатый аллювиальными отложениями. На этом участке (Янкишкес), расположенном по течению реки ниже города, скважины пробурены в 100 метрах от реки. Речная вода здесь сильно загрязнена (титр кишечной палочки от 0,00043 до 0,000001), но многочисленные исследования воды из скважин инфильтрационного водозабора показали, что, даже при длительной групповой откачке, титр кишечной палочки неизменно оставался более 300.

Используя опыт эксплуатации инфильтрационных водозаборов в республике, в Клайпеде, на берегу бывшего судоходного канала, соединяющего реку Минию с Куршским заливом (Клайпедский канал), сооружен водозабор № 3. Вода здесь залегает в морских отложениях, имеющих гидравлическую связь с водами Клайпедского канала и Куршского залива. Коэффициент фильтрации отложений — 20 м в сутки.

В этом районе санитарно-гигиенические и гидрологические особенности водоема в корне отличаются от каунасских условий. При отсутствии нагонов из Балтийского моря общая минерализация воды в Клайпедском канале составляет 190—250 мг/л; при нагоне содержание хлоридов сильно возрастает. Титр кишечной палочки понижается при нагонных вет-

рах из Куршского залива, загрязненного сточными водами города-порта Клайпеды (от 0,04 до 0,0000004).

Перед началом эксплуатации водозабора мы проводили исследования на специально оборудованных для этого наблюдательных скважинах в 20, 50, 70, 100 и больше метрах от канала и залива.

При непродолжительных откачках из скважин вода, фильтруясь через естественные песчаные отложения, бактериально значительно очищалась. Не только вдали, но даже в скважинах, расположенных в 20 метрах от канала, титр кишечной палочки более 300 (в канале — 0,04—0,004).

Затем вода из скважин, расположенных в 50 и 100 метрах от канала, откачивалась на протяжении 37 дней, что, по определению гидрогеологов, значительно превышает продолжительность фильтрации воды из канала в скважины. Титр кишечной палочки в 50 метрах от канала оставался выше 300 даже после столь длительной откачки, однако в скважинах в 18—20 м от он резко снижался.

Вода этого водозабора без цвета и запаха, приятна на вкус, умеренно жесткая. Количество хлоридов колеблется от 4,97—27,35 мг/л, сульфатов — 4,94—83,52. Нередко обнаруживается высокое содержание железа — до 4,5 мг/л. Мы установили, что в условиях естественного режима при наличии хлоридов в канале 1200 мг/л, вода в скважине, расположенной в 100 м от канала, содержала не более 20—30 мг/л хлоридов, благодаря разведению грунтовой водой.

В течение 1966 г. 5 скважин водозабора № 3 введены в эксплуатацию: две в 70, а три — в 100 м от канала. Скважины оборудованы глубоководными насосами и при эксплуатации динамический уровень в них значительно снижался. Хотя титр кишечной палочки в этих скважинах оставался более 300, солевой состав в 70 м от канала резко изменился: хлориды, постоянно нарастая, повысились с 26 до 726 мг/л — т. е. до уровня, который уже недопустим по ГОСТ'у на питьевую воду. В скважинах же, расположенных в 100 м от канала, хлориды оставались на первоначальном уровне (рис. 1).

Дальнейшие наблюдения подтвердили, что при постоянной эксплуатации инфильтрационных водозаборов солевой состав воды скважин может существенно отличаться от того, который наблюдается в условиях опытных откачек.

В конце 1966 года пробурена еще 21 скважина, все в 100 м от канала. В большей части скважин количество хлоридов оставалось на одном уровне, несколько увеличиваясь только в отдельных скважинах; в то же время на расстоянии 70 м содержание хлоридов в скважинах все время оставалось высоким.

Все же расстояние 100 м от открытого водоема не гарантирует стабильности солевого состава, неизбежно колеблю-





щегося вследствие меняющихся соотношений между грунтовой водой и водой открытого водоема, участвующих вместе в образовании инфильтрационных вод, а также режима эксплуатации водозабора.

Выводы эти сделаны на основании длительных наблюдений и исследований, исключая случайные результаты.

Нам представляется, что достижение нужного качества инфильтрационных вод возможно лишь при условии, когда загрязнение воды открытого водоема не превышает известного уровня.

Для охраны инфильтрационных водозаборов от бактериального загрязнения следует устанавливать такие расстояния от водоема, которые обеспечивают полную задержку бактериальной флоры. Исследования показали, что это расстояние в зависимости от литологического состава водовмещающих пород в районе водозабора колеблется от 50 до 100 м.

В отдельных городах, например, в Клайпеде, имеются артезианские воды повышенной минерализации. Их можно разбавлять на водопроводных сооружениях инфильтрационными водами, чтобы подавать питьевую воду умеренной минерализации.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

### Опыты в натуральных условиях.

В ряде городов Литовской ССР (Плунге, Таураге и других) подземные водные ресурсы незначительны. Усиленный водоотбор в этих городах может привести к ухудшению качества воды на значительном протяжении, так как интенсивная эксплуатация изменяет естественный гидрогеологический режим и может привести к подсосыванию воды из других водоносных горизонтов. Искусственное пополнение запасов подземной воды за счет речной через инфильтрационные бассейны позволяет получить большие количества питьевой воды, очищаемой на путях фильтрации в водоносный пласт.

В специальной литературе мало данных, характеризующих гигиенические вопросы обогащения, поэтому мы задались целью изучить явления и определить некоторые закономерности, возникающие при искусственном обогащении подземных вод.

Объектом изучения избрали один из водозаборов Вильнюса на берегу реки Нерис, где наблюдалось неуклонное снижение динамического уровня подземных вод. Для искусственного пополнения подземных вод на противоположном



берегу от водозабора, в 200 м от эксплуатируемых скважин был вырыт котлован глубиной в 7,5 м с площадью смачиваемого периметра  $2.400 \text{ м}^2$  и объемом  $6.250 \text{ м}^3$ . На этом участке современные песчано-гравийные отложения залегают непосредственно на древних отложениях эрозийного вреза и образуют с ним толщу водопроницаемых пород в 20—30 м. Речная вода в районе водозабора загрязнена бытовыми сточными водами (титр кишечной палочки 0,001—0,0004). Котлован заполнялся речной водой через железобетонную трубу за 3 часа 15 минут. Скорость движения воды 1—1,4 м/сек. В первые сутки инфильтровалось в грунт около  $32.700 \text{ м}^3$  речной воды. В дальнейшем из-за образовавшейся слабодопроницаемой корки это количество уменьшалось: на четвертые сутки на 40, восьмые — на 60%. Подъем уровня воды в скважинах водозабора начинался уже через 3—3,5 часа после затопления котлована речной водой. Максимального подъема уровень подземных вод достиг на 3—4-е сутки и удерживался в течение 6 суток, после чего начал постепенно снижаться.

Наряду с изучением гидродинамической характеристики процесса обогащения подземных вод за счет поверхностных в указанных выше естественных условиях, мы попытались выяснить бактериологическую характеристику процесса искусственного обогащения.

В результате искусственного пополнения подземных вод на этом водозаборе в течение 1—1,5 месяца удерживался примерно одинаковый динамический уровень, без уменьшения суммарного расхода водозабора. Однако при этом на четвертые-пятые сутки увеличивалось бактериальное загрязнение воды скважин водозабора, что однако легко устранялось обычными методами обеззараживания воды. В солевом составе не было выявлено заметных изменений. Следовательно, для поддержания постоянного динамического уровня воды в скважинах водозабора можно допустить кратковременное, в пределах проведенного, подпитывание поверхностными водами, при условии лабораторного контроля и постоянного обеззараживания подаваемой потребителям воды.

Опыты по искусственному пополнению подземных вод за счет поверхностных проведены также нами на одном из инфильтрационных водозаборов города Каунаса: в 60 м от эксплуатационных скважин были оборудованы инфильтрационные бассейны длиной в 145 и 120 м, шириной — соответственно 20 и 29 м, в которые постоянно закачивалась речная вода. За сутки в грунт профильтровывалось до  $15.000 \text{ м}^3$  речной воды. В результате длительных наблюдений установлено, что титр кишечной палочки в воде скважин оставался постоянно выше 300, в то время как в речной воде он был очень низок: 0,04—0,004.

Интерес представляет также экономическая эффективность искусственного пополнения подземных вод: по подсчетам гидрогеологов И. Дилюнаса и В. Иодказиса (1966) искусственное пополнение подземных вод на одном только водозаборе с производительностью 20.000 м<sup>3</sup> воды в сутки позволило бы получить 150.000 — 200.000 рублей экономии благодаря сокращению расходов на строительство головных сооружений, энергетических установок, сооружений по очистке воды и др.

### Опыты на моделях.

Для более подробного изучения процессов, протекающих при искусственном пополнении подземных водных ресурсов за счет поверхностных, в течение ряда лет проводились опыты на сконструированной нами установке (рис. 2).

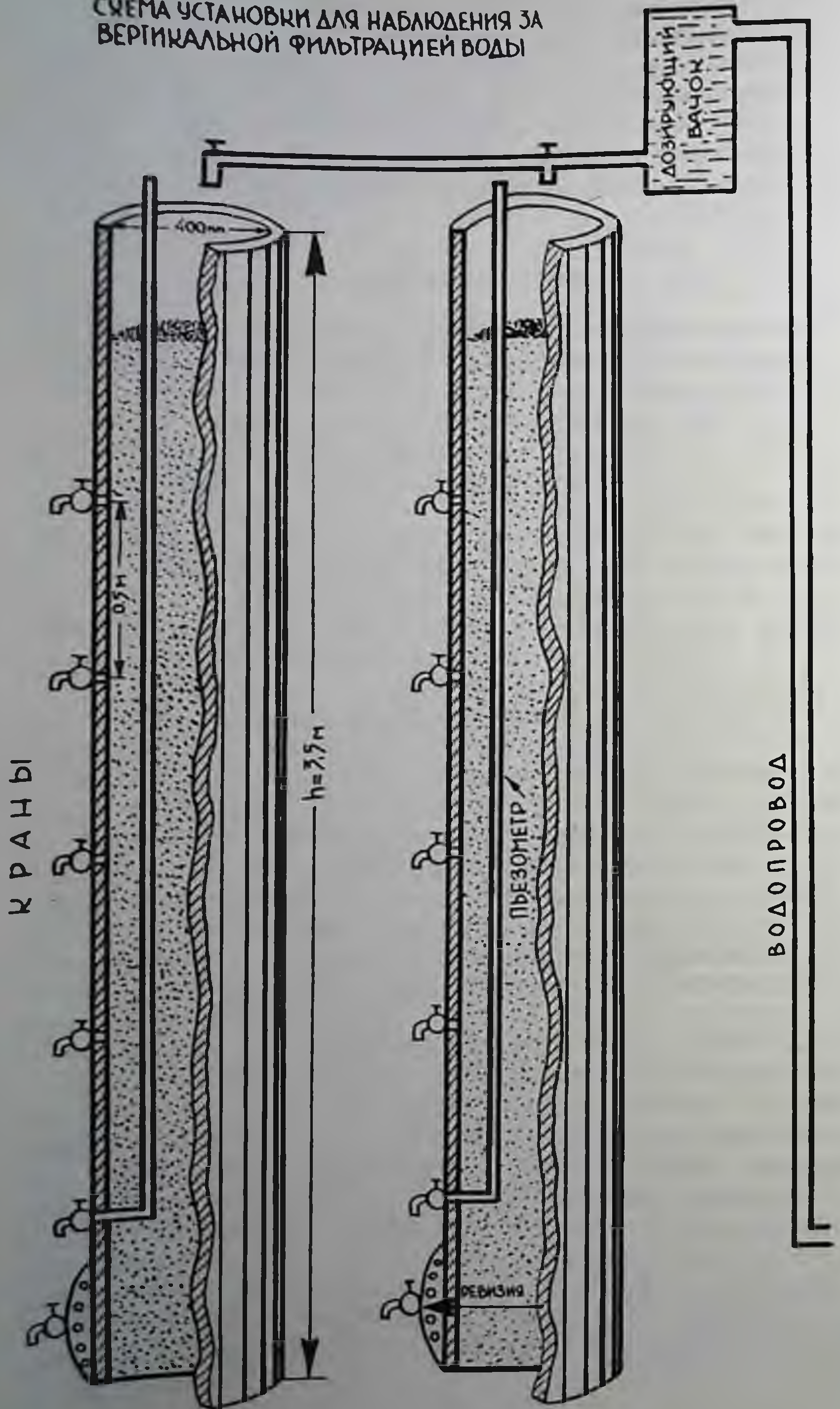
Колонна высотой 3,5 и диаметра 0,4 м загружалась грунтовым материалом, через который фильтровалась подаваемая сверху вода. Каждые 0,5 м на колонне установлены краны для отбора проб воды на разных уровнях по ходу фильтрации. Для загрузки подбирались фракции в сочетаниях, наиболее распространенных в Литве.

Прежде всего были поставлены опыты для выяснения условий распространения бактерий в фильтрующем слое.

В качестве индикатора использовались культуры *s. Breslau* и *b. Prodigiosus*. Всего проведено 49 серий опытов для изучения глубины проникновения бактерий при фильтрации воды через грунт различного гранулометрического состава. Объем воды для каждой опытной фильтрации определялся влагоемкостью испытуемого грунта — от 30 до 70 литров. Объем зараженной воды — от 5 до 10 литров. Так как распространение бактерий в почве в природных условиях происходит в водной среде, мы заливали воду в колонну, заполненную изучаемой фракцией грунта так, чтобы уровень воды доходил до верхнего крана, и лишь затем вносили определенный объем воды с культурой бактерий — 2 млн микробных тел в 1 мл. Исследуя пробы воды из каждого крана, судили о глубине проникновения бактерий. В гравии *s. Breslau* обнаружены на глубине до 3 м и более, а в крупнозернистом песке глубина проникновения ограничивалась 2,5 м. Учитывая метеорологические условия Литвы, мы не ограничивались однократным заражением загрузочного материала, а повторно заражали его и, кроме того, часто промывали испытуемую фракцию грунта в колонне. В дальнейших опытах исследовалась глубина проникновения бактерий при загрузке колонны грунтами разного гранулометрического состава.



СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ВОДЫ



После многократной фильтрации воды, зараженной *S. Breslau*, бактерии с водой проникали на глубину до 1 м в грунте, где преобладали фракции: 0,50—0,25 мм — 33,08%, 0,25—0,10 мм — 40,66%. В остальных случаях, когда преобладали частицы меньшей величины, бактерии проникали лишь на 50 см. Только после повторных бактериальных заражений с последующими промывками песчаного фильтра, в котором преобладали фракции песка 0,25—0,1 мм (70%), глубина проникновения бактерий с водой достигала 1,5 м, в твердой же фазе во всех проведенных нами исследованиях она не превышала 50 см.

Грунт в наших модельных колоннах лишен растительного слоя, и результаты фильтрации воды с бактериальным индикатором отражают наименее благоприятную ситуацию, возможную в природных условиях.

Поверхностные воды могут быть заражены не только бактериями, но и вирусами, в том числе патогенными. Поэтому не исключено, что при обогащении подземных вод за счет поверхностных вирусы могут проникать вглубь. Ряд авторов — S. Chang (1960), G. Robeck (1962), Е. Л. Ловцевич (1962), Г. А. Багдасарьян (1965), Л. В. Григорьева и соавторы (1965) и др. указывают, что изучение содержания энтеровирусов в воде имеет важное санитарно-показательное значение.

В наших опытах в качестве индикатора был взят вакцинный штамм вируса полиомиелита I-го типа, которым была искусственно заражена вода, подаваемая на опытно-фильтрационную установку.

Фильтрат, полученный уже из I-го крана установки, не вызывал цитопатогенного эффекта на культуре тканей (перевиваемые клетки амниона человека).

Двадцать дней спустя после первого опыта грунт фильтрационной установки был промыт чистой водопроводной водой.

Как и в первом опыте, вирус в фильтрате не был обнаружен.

После этого была взята проба песка из верхнего слоя установки. Из смыва песка был выделен цитопатогенный агент, нейтрализующийся с сывороткой против вируса полиомиелита I-го типа.

Подавление цитопатогенного эффекта подтверждало специфичность выявленного агента.

Результаты исследований указывают на то, что при фильтрации через установку воды, содержащей вирус, последний задерживался в грунте. Фиксация вируса в песке была, по видимому, достаточно прочной, поэтому он не обнаруживался в промывной жидкости при интенсивной промывке фильтра водопроводной водой.



Не исключено однако, что при более интенсивной и длительной промывке вирус все же может элюировать и появиться в промывной жидкости. Следовательно, наряду с бактериологическими исследованиями, в связи с искусственным обогащением подземных вод, большое внимание следует уделять и вирусологическим.

В литературе уже известны работы о вредном влиянии детергентов на организм человека и животных, на гидрологический и санитарный режим водоемов (Т. Report, 1954; В. Milling, 1958; I. Švec, В. Pohl, 1960; S. Čuta, S. Hapusova, 1960; В. Ф. Гаршенин, 1963; Р. Pitter, 1964; А. А. Антоньева, 1965; Э. Н. Черняк, 1965 и др.). Однако мы не встретили работ о возможном влиянии синтетических детергентов на процессы очистки воды при искусственном обогащении подземных вод.

Чтобы выяснить, задерживаются ли детергенты в грунте при фильтрации или беспрепятственно вымываются водой, проводились исследования на тех же модельных фильтрах. В качестве детергентов испытывались анионоактивные моющие синтетические средства, выпускаемые промышленностью Литовской ССР. Опыты показали, что концентрация в воде детергентов «Нерис», «Снайге» при фильтрации через среднезернистую песчаную толщу возрастает в 5—14 раз против первоначального и больше по мере увеличения числа опытных фильтраций. Аналогичная закономерность отмечалась и в грунте.

Сходные результаты получены также при фильтрации 0,1% раствора детергента «Пула» через песочный фильтр: после повторного введения детергента его содержание в пробах увеличивалось. При промывке фильтра детергенты вымывались вглубь, их содержание увеличивалось на глубине 1,5—2,5 м и более метров, а после повторных промывок — трех и более метров.

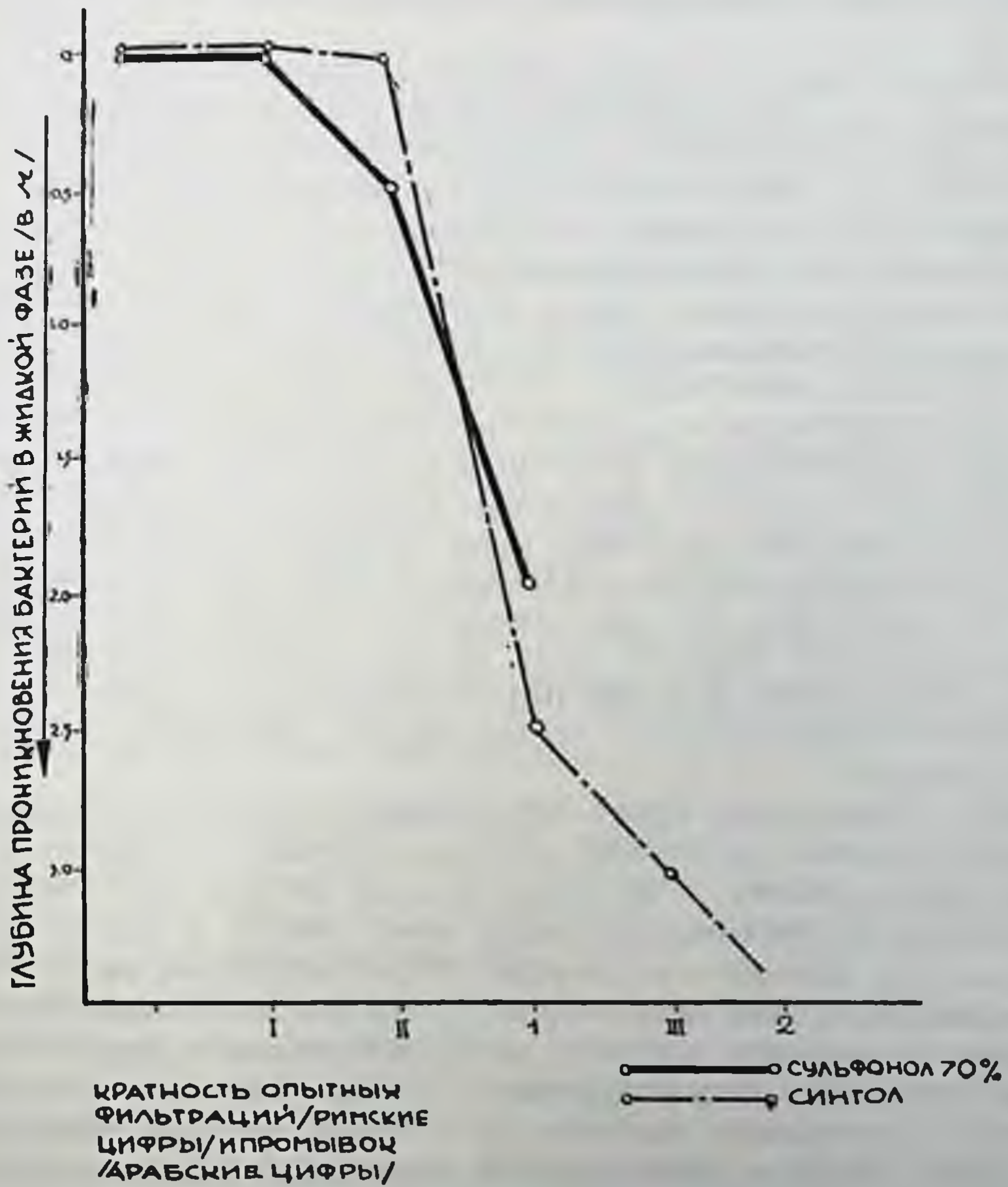
Таким образом установлено, что при фильтрации воды, содержащей детергенты, последние способны накапливаться в грунте и вымываться водой вглубь.

Для выяснения возможного влияния детергентов на глубину проникновения бактерий опыты были поставлены на загрузочном материале различного гранулометрического состава.

Результаты опытов с детергентами «Сульфонол 70%» и «Синтол» (рис. 3) позволяют заключить, что детергенты служат «буксиром» для продвижения бактерий вглубь почвы. Глубина распространения бактерий при фильтрации увеличивается по вертикали не только в воде, но и в грунте, в отличие от фильтрации без детергентов.

Проблемам загрязнения внешней среды пестицидами, в связи с их широким использованием в практике сельского

ДИНАМИКА ПРОДВИЖЕНИЯ БАКТЕРИЙ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ИНДИКАТОР, В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ ДЕГЕРГЕНТОВ В ДОЗЕ 1г/л





хозяйства, посвящено много работ. Н. Shepard (1969), R. Taft (1959), N. Nickolson (1959), A. Rosen, F. Middleton (1959), R. Woodward (1960), С. Я. Найштейн и Ф. Г. Дятловская (1962), Е. Можаяев и П. Вертебская (1962), К. И. Акулов (1962), O. Johnson, N. Krag, I. Poiană (1963), Л. И. Медведь (1965), С. Я. Найштейн (1965) и др. приводят данные о все возрастающем загрязнении водоемов пестицидами.

К числу ядохимикатов, широко применяемых в Литовской ССР, относится гербицид 2,4-Д. Данные литературы свидетельствуют о том, что этот гербицид способен оказывать выраженное токсическое действие на организм теплокровных животных и человека (Ю. И. Шиллингер и Л. П. Наумова, 1957; С. Ю. Буслович, 1962, 1965; Л.А. Беломытцева, 1965; и др.).

Мы провели исследования с гербицидом 2,4-Д в дозе 1 г/л для выяснения глубины его проникновения с водой через грунт разного гранулометрического состава.

Оказалось, что гербицид 2,4-Д способен почти беспрепятственно проходить через слой гравия. В воде же, профильтрованной через слой мелкозернистого песка в 1,5 м, гербицида было 0,5 мг/л, а после длительной промывки колонны его концентрация в фильтрате возросла в 2—3 раза. Таким образом, накопление в грунтовых водах гербицида 2,4-Д может и превысить его предельно допустимую концентрацию.

При искусственном обогащении подземных вод следует учесть опасность кольтматации грунта. Для изучения этого явления на берегу реки была сооружена специальная экспериментальная установка в виде колонны высотой в 3 м, диаметром 510 мм, заполненная на 247 см мелкозернистым песком. Насосом вода из реки непрерывно подавалась на установку и профильтровывалась через песок. Перед подачей на фильтр вода исследовалась химически и бактериологически.

Для определения срока образования пленки на поверхности песка велся постоянный учет количества воды, пропускаемой через колонну. Уже через неделю отмечалось уменьшение скорости прохождения воды через фильтр в 2,5—3 раза, а через две недели — в 4,5 раза. Образовавшаяся на поверхности песка пленка темно-серого цвета, рыхлой консистенции, толщиной 1—2 мм состояла из органических и неорганических примесей. Цементирующей основой для нее служили мелкие суглинистые частицы, на которых оседали бактерии. В пробах песка в значительном количестве найдены диатомовые водоросли (*Diatomea*) и др.

Во избежание кольтматации перед инфильтрационными бассейнами следует, по-видимому, устраивать предфильтровые секции для предварительного отстаивания речной воды.

## ВЫВОДЫ

1. Состояние и развитие водоснабжения в Литовской ССР отражают общий прогресс в народном хозяйстве республики за послевоенный период. В основу мероприятий и планов дальнейшего строительства в области водоснабжения кладутся разносторонние научные исследования и изыскания научных и проектных организаций республики. Для решения гигиенических задач, связанных с водоснабжением Литовской ССР в целом, как и в других случаях, когда такие задачи относятся к обширным территориям, необходим анализ самых разнообразных сторон вопроса — изучение природных условий и, одновременно, проведение ряда экспериментальных исследований.

2. Особая роль, какую играет организованное водоснабжение в поддержании общественного здоровья на высоком уровне, придает большое значение гигиеническим исследованиям в определении путей и условий его развития. То же можно сказать и о гигиенической оценке материалов гидрологических, гидрогеологических, санитарно-технических и других исследований, какими располагают специальные учреждения, участвующие в работах по водоснабжению населенных мест.

3. Эти предпосылки лежали в основе наших исследований по водоснабжению Литовской ССР. Вместе с тем, выявлены некоторые закономерности, имеющие общее значение, вне зависимости от района применения результатов исследований, в частности, в отношении инфильтрационного водоснабжения и искусственного обогащения подземных вод.

4. Города и промышленные центры Литовской ССР используют в настоящее время для хозяйственно-питьевого водоснабжения исключительно подземные воды.

Для дальнейшего развития водоснабжения могут быть использованы артезианские воды горизонтов, защищенных водоупорными породами: межморенного, верхнемелового, нижнемелового, пермского, тартуского, ловатского, псково-чудовского, тартуско-швентойского.

Характерные показатели солевого состава вод разных горизонтов, по многолетним лабораторным анализам, находятся в основном в пределах официальных гигиенических нормативов.

5. Многолетние исследования доказали, что артезианские воды Литвы отличаются надежным постоянством химического состава и благоприятными бактериологическими показателями. Необходимо всестороннее изучение условий, которые позволили бы сохранить и развить подземное водоснабжение городов Литвы.



6. Анализ заболеваемости кишечными инфекциями за много лет и материалы санитарно-эпидемиологических обследований подтверждают, что имевший в ряде случаев место водный путь распространения заболеваний, как правило, явился следствием недостатков в эксплуатации и санитарно-техническом состоянии сооружений, а не заражения источника водоснабжения.

7. Содержание в подземных водах микроэлементов — йода и фтора — свидетельствует об их неравномерном распределении в пределах Литвы, что связано с местными гидрогеологическими особенностями.

8. В аллювиальных водах йода в среднем 5,44  $\mu$ /л, а в более глубоких горизонтах содержание его возрастает до 18 и даже 41,4  $\mu$ /л. В грунтовых водах ряда районов йода очень мало. Малое содержание йода в воде служит показателем общей йодной недостаточности местности, и здесь наблюдается повышенное распространение гиперплазии щитовидной железы.

9. Содержание фтора в подземных водах Литвы широко варьирует от 0 до 3,5 мг/л: меньше в аллювиальных и межморенных водах и больше всего (1,5—3,5 мг/л) в воде пермского горизонта, особенно в районе Паланги. В целом высокое содержание фтора наблюдается в северо-западной части, близкое к оптимальному — в районе Шяуляй и низкое — в остальных частях республики, где отмечен высокий процент кариеса зубов у детей.

Эти данные могут служить основой для профилактики флюороза (избыток фтора) и кариеса (недостаток фтора) в разных населенных пунктах Литовской ССР.

10. О состоянии грунтового водоснабжения можно судить по материалам паспортизации шахтных колодцев. Около 50% колодцев имеют те или иные недостатки в оборудовании и эксплуатации, что неизбежно отражается на качестве воды.

Средние показатели солевого состава грунтовых вод позволяют разбить их на группы, отвечающие различным условиям их залегания.

11. Наблюдаемый и неизбежный в будущем рост водопотребления заставляет искать пути и способы обогащения подземных вод за счет естественной и искусственной инфильтрации из открытых водоемов.

Имеющийся в этом направлении и изученный нами опыт подобного обогащения позволяет дать положительную гигиеническую оценку этому методу.

12. Наблюдения за существующими инфильтрационными водозаборами в гг. Каунасе, Клайпеде и Вильнюсе позволили установить, что в условиях санитарной охраны, нормальной эксплуатации и правильного расположения водозаборных

скважин у водоема качество воды отвечает требованиям питьевого водоснабжения.

Расстояние между водоемами и скважинами в зависимости от гранулометрического состава фильтрующих пород (в пределах 50—100 м), дает достаточное улучшение бактериальных свойств фильтрата сравнительно с речной водой. Безвредность химического состава инфильтрационных вод может быть обеспечена только охраной реки от загрязнения промышленными стоками.

Естественная фильтрация из реки не всегда может обеспечить достаточное накопление подземных вод и предотвратить их истощение в процессе эксплуатации, что весьма важно в санитарном смысле: усиленная откачка нарушает гидродинамическое равновесие и угрожает внезапным или постепенно нарастающим ухудшением качества воды.

13. Перспективы централизованного водоснабжения в известной степени связаны с искусственным обогащением подземного потока. Опыты искусственного обогащения, проведенные в природных условиях на инфильтрационных бассейнах, доказывают, что возникшие при этом гидродинамические явления носят закономерный характер; это позволяет предвидеть результаты инфильтрации. Для сохранения бактериальной чистоты подземных вод инфильтрация должна проводиться через мелкозернистые песчаные грунты — естественные или насыпные.

14. Опыты искусственного обогащения вод, поставленные на модельных фильтрах, позволили выяснить наиболее существенные в гигиеническом аспекте явления, сопровождающие этот процесс:

а) как правило, с водой бактерии могут проникнуть на большую глубину, чем в твердой фазе. Только в гравии и крупном песке бактерии проникали на глубину трех и более метров; в мелкозернистых песках бактерии и энтеровирусы задерживаются в поверхностном слое;

б) детергенты многих марок проникают на значительную глубину и обладают способностью накопления в фильтрующем слое. В то же время они снижают адсорбционную способность частиц грунта, вследствие чего бактерии тоже проникают на большую глубину;

в) в опытах с гербицидом 2,4-Д установлено, что он беспрепятственно проходит через толстые слои гравия, а при повторной промывке и через мелкозернистые пески;

г) для предупреждения кольматации речную воду перед инфильтрационными бассейнами следует отстаивать.

15. Результаты опытов заставляют придать особое значение качеству исходной воды, поступающей для инфильтрации. Некоторые открытые водоемы республики (Муша, Кульпе, Невежис и др.) характеризуются высокой бактериальной



загрязненностью и присутствием органических, а иногда и токсических веществ. От степени их оздоровления зависит и возможность использования поверхностных вод для искусственного обогащения подземных водных ресурсов.

\* \* \*

Выполненные нами исследования позволили сделать ряд практических предложений, направленных на развитие и улучшение гигиенических условий водоснабжения в Литовской ССР. Они были учтены при составлении генсхемы охраны водных ресурсов Литвы, для методических указаний, утвержденных Министерством здравоохранения Литовской ССР, и использованы в деятельности учреждений, ведающих вопросами водоснабжения.

## ПУБЛИКАЦИИ И ДОКЛАДЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### а) Публикации:

1. К истории развития водопровода города Вильнюса. «Свейкатос апсауга», 1959, № 3, 42—48.
2. Охрана вильнюсских подземных водонсточников. «Свейкатос апсауга», 1959, № 6, 40—44.
3. Из истории развития водопроводов Литовской ССР. Тезисы докладов III межреспубликанской конференции по вопросам истории естествознания и техники в Прибалтике. Вильнюс, 1959, 93—94.
4. Санитарно-гигиеническая характеристика водоснабжения города Вильнюса. Сб.: Вопросы коммунальной и промышленной гигиены. II тетрадь, Вильнюс, 1961, 9—26.
5. Санитарно-гигиеническая оценка шахтных колодцев города Вильнюс. Сб.: Вопросы коммунальной и промышленной гигиены. II тетрадь, Вильнюс, 1961, 27—34.
6. Защитим залив Куршю марёс от загрязнения (соавторы Р. Израилит, Р. Кармазинене), «Мокслас ир техника», 1961, № 7, 19—21.
7. Что мы знаем о водопроводе в Меркине. «Свейкатос апсауга», 1962, № 4, 57.
8. О нормировании качества питьевой воды (соавтор С. М. Сильманас). «Свейкатос апсауга», 1962, № 6, 46—47.
9. Использование инфильтрационных вод в качестве источника централизованного водоснабжения (соавтор В. И. Иодказис), «Гигиена и санитария», 1962, № 3, 64—66.
10. К вопросу использования инфильтрационных вод в качестве источника централизованного водоснабжения. Тезисы докладов научной конференции по проблемам внутренних вод Карелии и Прибалтики и их хозяйственного использования. Петрозаводск, 1962, 113—114.
11. Санитарная оценка опыта использования речной воды для искусственного питания водозабора подземных вод. «Гигиена и санитария», 1963, № 7, 64—69.
12. Санитарное состояние прибрежной полосы Балтийского моря от Клайпеды до Паланги (соавторы Р. М. Израилит, Р. С. Кармазинене, Т. В. Пустовалова). Труды научно-технического совещания по защите моря и береговой полосы от загрязнения. Батуми, 13—15 июня, 1963, 48—49.
13. Гигиеническая оценка состояния и перспектив водоснабжения населения Литовской ССР. Материалы республиканского научно-технического совещания по изучению, комплексному использованию и охране водных ресурсов. Минск, 1965, 121—124.
14. Гигиеническая оценка перспектив водоснабжения сельского населения Литовской ССР. Тезисы докладов III съезда гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов Литовской ССР, Вильнюс, 1964, 40—41.
15. Очистка сточных вод города Паневежиса (соавторы С. Сильманас, Р. Кармазинене). «Мокслас ир техника», 1965, № 7, 41—43.
16. Инфильтрационный водозабор для Клайпеды (соавтор З. П. Шонта). «Водоснабжение и санитарная техника», 1965, № 8, 33—34.



17. Опыт использования аллювиально-инфильтрационных вод для централизованного водоснабжения. «Гигиена и санитария», 1965, № 8, 108—109.
18. Искусственное обогащение подземных вод (соавторы И. П. Славина, Л. В. Розенталене). «Гигиена и санитария», 1965, № 10, 104—105.
19. Санитарная охрана источников водоснабжения. «Свейкатос апсауга», 1965, № 11, 55.
20. К вопросу перспективы водоснабжения населения городов Литовской ССР (соавтор И. П. Славина). Материалы III научно-практической конференции гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов Латвийской ССР, Рига, 16—17 декабря 1965, 206—207.
21. Актуальные гигиенические проблемы сельского водоснабжения в Литовской ССР. Материалы I конференции гигиенистов и санитарных врачей Литовской ССР, посвященной вопросам гигиены села и гигиены труда. Вильнюс, 1966, 62—66.
22. К вопросу санитарной охраны водопровода города Шяуляй. «Свейкатос апсауга», 1966, № 1, 57.
23. Влияние синтетических детергентов на глубину проникновения бактерий при фильтрации воды через почву (соавторы И. П. Славина, Л. В. Розенталене, Р. С. Кармазинене). «Гигиена и санитария», 1967, № 1, 105—106.
24. Фтор в подземных водах Литвы и его влияние на здоровье. «Мусу гамта», 1967, № 5, 13.
25. Исследование фтора и марганца в питьевой воде в связи с кариесом зубов (соавторы В. Катилене, С. Лейпувене). «Свейкатос апсауга», 1967, № 9, 39—42.
26. Вспышка кишечных заболеваний вследствие загрязнения водоразборной колонки системы Черкунова. Материалы научной сессии «Вопросы эпидемиологии и гигиены в Литовской ССР». Вильнюс, 1967, 61—63.
27. Показатели солевого состава воды основных водоносных горизонтов, эксплуатируемых в Литовской ССР. Материалы научной сессии «Вопросы эпидемиологии и гигиены в Литовской ССР». Вильнюс, 1967, 185—189.
28. Содержание йода, фтора, кобальта и марганца в воде основных водоносных горизонтов Литвы (соавтор З. К. Лейпувене). Материалы научной сессии «Вопросы эпидемиологии и гигиены в Литовской ССР». Вильнюс, 1967, 189—198.
29. К вопросу искусственного обогащения подземных вод (соавторы И. П. Славина, Ю. С. Успенский). Материалы научной сессии «Вопросы эпидемиологии и гигиены в Литовской ССР», Вильнюс, 1967, 198—204.
- б) Доклады:
1. Из истории развития водопроводов в Литовской ССР. III межреспубликанская конференция по вопросам истории естествознания и техники в Прибалтике (Вильнюс, 1959).
  2. К вопросу использования инфильтрационных вод в качестве источника централизованного водоснабжения. Научная конференция по проблемам внутренних вод Карелии и Прибалтики и их хозяйственного использования (Петрозаводск, 1962).
  3. Гигиеническая оценка состояния и перспектив водоснабжения сельского населения Литовской ССР. III съезд гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов Литовской ССР (Вильнюс, 1964).
  4. К вопросу перспективы водоснабжения населения городов Литовской ССР. III научно-практическая конференция гигиенистов, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов Латвийской ССР (Рига, 1965).
  5. Гигиеническая оценка состояния и перспектив водоснабжения населения Литовской ССР. Республиканское научно-техническое совещание по изучению, комплексному использованию и охране водных ресурсов (Минск, 1965).
  6. Актуальные гигиенические проблемы сельского водоснабжения в Литовской ССР. I конференция гигиенистов и санитарных врачей Ли-

товской ССР, посвященная вопросам гигиены села и гигиены труда (Вильнюс, 1966).

7. Показатели солевого состава воды основных водоносных горизонтов, эксплуатируемых в Литовской ССР. Научная сессия и/и Института эпидемиологии, микробиологии и гигиены Министерства здравоохранения Литовской ССР (Вильнюс, 1967).

8. Водный фактор распространения инфекционных заболеваний и массовых заболеваний неинфекционной природы в Литовской ССР. XVIII республиканская научно-техническая конференция Каунасского политехнического института и республиканского совета научно-технических обществ (г. Каунас, 1968).

9. Гигиенические аспекты искусственного обогащения подземных вод в условиях эксплуатации. Межреспубликанское научно-техническое совещание МКХ Латвийской ССР и Рижского политехнического института совместно с Академией коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова, НИКТИ МКХ УССР и Спец. Управления «Росводоканалналадка» МКХ РСФСР по вопросам искусственного пополнения подземных вод (Рига, 1968).

Ответственный редактор — канд. мед. наук  
Д. Г. Красильщиков





