


Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Факультет инженерных систем и экологии
Кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС
ПО ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ»**

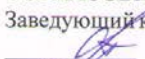
для специальности: 1 - 70 04 03 Водоснабжение, водоотведение и
охрана водных ресурсов

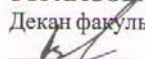
Составитель: Т. И. Акулич – старший преподаватель кафедры водоснабжения,
водоотведения и охраны водных ресурсов Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БрГТУ
29.12.2022 г., протокол №3

рег. № УМК 22/23-50 

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Факультет инженерных систем и экологии
Кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны
водных ресурсов

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
 С. В. Андreyuk
« 16 » декабря 2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
 А. А. Волчек
« 16 » 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС ПО ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ»**

для специальности:

1 – 70 04 03

«Водоснабжение, водоотведение и охрана
водных ресурсов»

Составитель: Акулич Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры
водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БрГТУ
29.12.2022 г., протокол № 3.

рег. в УМК 22/23 - 80

ВВЕДЕНИЕ

- *Актуальность изучения дисциплины.....*
- *Цель и задачи дисциплины.....*
- *Рекомендации по организации работы с ЭУМК.....*
- *Структура электронного учебно-методического комплекса по факультативной дисциплине «История развития систем водоснабжения и водоотведения».....*

далее

далее

далее

далее

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ



Вопросы исторического развития систем доставки и отвода воды занимают важное место среди других предметов в процессе обучения по специальности 1-700403 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», тем более что это развитие начинается, по сути, с древнейших времен – с момента возникновения цивилизации. Немалая часть человеческой культуры и техники издавна тесно связана с водой, что дало богатый исторический материал, посвященный совершенствованию добычи, транспортировки и очистки воды.

Изучение исторических фактов в этой области способствует глубокому пониманию направления развития технологий, осмыслению имеющихся тенденций, их анализу и, в конечном итоге, прогнозированию дальнейшего пути.

Учебный материал можно рассматривать как своеобразное введение в специальность – кроме исторических справок, в рамках изучения дисциплины разъясняются основные вопросы снабжения водой, приема и отведения сточных вод, очистки водных сред.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ



Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «История развития систем водоснабжения и водоотведения» является подготовка, будущих специалистов по специальности 1-700403 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», знающих:

- историю возникновения и развития систем водоснабжения и водоотведения в древнем Египте, древней Индии, древней Греции, древнем Риме;
- развитие систем водоснабжения и водоотведения в городах Западной Европы, России и Республики Беларусь.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение техники водоснабжения и водоотведения от древних цивилизаций до сегодняшних дней;
- получение общих сведений по системам водоснабжения и водоотведения современных городов;
- ознакомление с новейшими достижениями науки и техники в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С ЭУМК

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) состоит из трех разделов.

Теоретический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения факультативной дисциплины и представлен конспектом лекций и набором презентаций.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы для итоговой аттестации (вопросы к зачету в виде тестирования), позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по факультативной дисциплине «История развития систем водоснабжения и водоотведения».

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

- лекции проводятся с использованием представленных в ЭУМК презентаций, персонального компьютера и мультимедийного проектора; при подготовке к зачету студенты могут использовать конспект лекций и набор презентаций;*
- аттестация проводится в виде зачета в форме тестирования, вопросы для тестирования приведены в разделе контроля знаний.*



СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

1. *Теоретический раздел.....* [далее](#)
2. *Раздел контроля знаний.....* [далее](#)
3. *Вспомогательный раздел.....* [далее](#)

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ



- Тема 1. Значение воды для жизни на земле. Водные ресурсы Республики Беларусь.....*

[далее](#)
- Тема 2. Водоснабжение и водоотведение Древнего Мира..*

[далее](#)
- Тема 3. Водоснабжение и водоотведение городов Европы в Средние века*

[далее](#)
- Тема 4. Водоснабжение и водоотведение городов Европы в XVIII–XIX веках.....*

[далее](#)
- Тема 5. Водоснабжение и водоотведение на Руси.....*

[далее](#)
- Тема 6. Водоснабжения и водоотведения г. Бреста.....*

[далее](#)
- Тема 7. История развития водоподъемной и насосной техники*

[далее](#)
- Тема 8. Развитие технологий очистки воды*

[далее](#)
- Тема 9. Общие сведения о системе водоснабжения.....*

[далее](#)
- Тема 10. Общие сведения о системе водоотведения.....*

[далее](#)



ТЕМА 1

Значение воды для жизни на Земле. Водные ресурсы Республики Беларусь

- 1.1. Роль воды в природе и жизни человека.
- 1.2. Водные ресурсы Земли и проблема дефицита пресных вод.
- 1.3. Проблема загрязнения имеющихся водных запасов. Мероприятия по охране вод от загрязнений
- 1.4. Водные ресурсы РБ. Управление водными ресурсами и их правовая охрана от загрязнений.

ТЕМА 1. ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ ДЛЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

1.1 Роль воды в природе и жизни человека.

1.2 Водные ресурсы Земли и проблема дефицита пресных вод.

1.3 Проблема загрязнения имеющихся водных запасов. Мероприятия по охране вод от загрязнений

1.4 Водные ресурсы РБ. Управление водными ресурсами и их правовая охрана от загрязнений.

1.1 Роль воды в природе и жизни человека.

Вода — синоним жизни на земле. Основная причина этому то, что первые живые организмы появились на нашей планете именно в воде, и произошло это около 3,5 млрд. лет назад. Первые живые организмы – это микроскопические образования, напоминающие современные вирусы и бактерии. Теоретические исследования подтверждают, что зародится они могли в воде благодаря тому, что:

- 1) в воде имелись наилучшие возможности для питания, т. к. в ней содержатся растворенные соли, растворенный кислород в необходимом количестве;
- 2) вода удаляет ненужные продукты жизнедеятельности;
- 3) служила благоприятной средой для размножения;
- 4) водные толщи спасали живые существа от высыхания и от ультрафиолетовых лучей, т.к. озоновый слой отсутствовал.

Живые существа совершенствовались, усложнялись, они вышли «на сушу». Высшей ступенью эволюционного процесса стал Человек, который появился около 2 млн. лет назад.

В настоящее время из воды состоят все живые растительные и животные существа: рыбы – на 75%; медузы – на 99%; картофель - на 76%; яблоки - на 85%; помидоры - на 90%; огурцы - на 95%; арбузы - на 96%.

Прежде всего, тело человека на две трети состоит из воды, хотя ее количество существенно изменяется с возрастом. Так, в теле 3-месячного плода содержится 95% воды, 5-месячного плода - 85% воды, новорожденного ребенка – 70%. Взрослый человек состоит из воды на 65%, а к старости запасы воды в организме еще более снижаются.

Содержание воды в различных частях тела составляет: в зубной эмали - 0,2%; кости – 20-30%; печень - до 69%; мышцы – до 70%; мозг – до 75%; сердце - 75%; почки - до 82%; кровь – до 85%; легкие -86%; стекловидное тело глаза – 99%. При общей массе человека 80 кг средневзвешенное количество воды составляет 40 литров, из них 25 л - внутриклеточная и 15 литров - внеклеточная жидкость.

В организме нет ни одного процесса, связанного с обменом веществ, который проходил бы без участия воды. Поэтому составной частью водного обмена является водный баланс. Он определяется соотношением поступившей и выделившейся жидкости.

Водный обмен в организме протекает с большой интенсивностью. Даже при умеренной температуре окружающей среды и небольшой физической нагрузке взрослый человек выделяет примерно 2-2,5 литра воды.

Как было отмечено ранее, в норме между количеством потребляемой и выделяемой воды должно существовать строгое равновесие. И если у взрослого человека потребность в воде в сутки составляет 30-40 граммов на килограмм (г/кг) массы тела, у детей грудного возраста она значительно выше - 120-150 г/кг. Выделяя в сутки 2-2,5 литра жидкости, человек должен столько же и потреблять. Приблизительно 40% ежедневной потребности организма в воде удовлетворяется с пищей, остальное мы должны принимать в виде различных напитков.

Настоящую цену воде мы узнаем, когда её лишаемся. Без пищи человек может прожить около 50-ти дней, если во время голодовки он будет пить пресную воду. Без воды он не проживет и неделю - смерть наступит через 5 дней. Потеря 1-2% (0,5- 1,0л) воды уже вызывает необходимость восстановления водного баланса, т.е. человек начинает испытывать жажду. Если человек теряет 6-8% от массы тела за счет дефицита воды, температура тела у него повышается, дыхание становится учащенным, частота сердечных сокращений возрастает, вязкость крови увеличивается, кожные покровы краснеют, появляются мышечная слабость, вялость, головная боль, головокружение. Кожа становится дряблой, мышечный тонус значительно снижается.

При потере 10% от массы тела за счет дефицита воды клиническая картина резко ухудшается: глазные яблоки западают, на коже образуются трещины, наблюдается потемнение сознания,

и эти явления могут стать необратимыми. Потеря же 20% (7-8 л) жидкости абсолютно смертельна для человека.

Болезненные явления могут наступить и в том случае, если человек выпивает излишнее количество воды. Развивается картина водной интоксикации, выражающаяся в слюнотечении, тошноте, рвоте, усиленном мочеотделении. Возникают мышечная слабость, судороги, головные боли.

Как видно из изложенного, любая крайность в потреблении воды может нанести вред здоровью, иногда непоправимый. Вот почему необходимо соблюдать питьевой режим.

Основные функции воды в организме человека:

- увлажняет кислород для дыхания;
- регулирует температуру тела;
- помогает организму усваивать питательные вещества;
- защищает жизненно важные органы;
- смазывает суставы;
- помогает преобразовать пищу в энергию;
- участвует в обмене веществ;
- выводит различные отходы из организма.

Кроме внутреннего, биологического значения вода имеет огромное значение для создания внешних условий жизни:

- удовлетворение ежедневных потребностей человека (питье, приготовление пищи, соблюдение личной гигиены, стирка, мытье посуды, жилища, общественных зданий и помещений);
- удаление нечистот и отходов из домов, с территории населенных пунктов (сплавная канализация)
- использование воды в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, энергетике, медицине;
- использование водоемов для отдыха, туризма и спорта.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что роль воды для человека огромна.

1.2 Водные ресурсы Земли и проблема дефицита пресных вод.

Вода занимает 71 % земной поверхности, составляя океаны и моря, реки и озёра, водохранилища и каналы, пруды, ручьи, другие водоёмы и её потенциальные запасы в виде ледников, паров атмосферы. Общая масса воды составляет по различным оценкам 1390 млн. км³. На каждого жителя Земли приходится около 290 млн. т воды. Но основная её масса пока недоступна для широкого использования, ибо 97,5 % всех вод – солёные. Пресной воды на земном шаре только 2,5 % (35 млн. км³), что конечно тоже немало - более 8 млн. т в расчете на одного жителя Земли. Из чего складываются запасы пресной воды:

- вода ледников и постоянного снежного покрова.....24064,0 тыс. км³
- подземные пресные воды.....10530,0 тыс. км³
- вода пресных озёр.....91,0 тыс. км³
- почвенная влага.....16,5 тыс. км³
- влага атмосферы.....12,9 тыс. км³
- вода болот.....11,5 тыс. км³
- вода рек.....2,1 тыс. км³
- биологическая вода.....1,1 тыс. км³.

Почти 70% пресных вод заключено в ледниках Арктики и Антарктиды, ледяных и снеговых «шапках» гор, а также в льдах зоны вечной мерзлоты. Практическое использование их представляет большую трудность. Для практических целей человек использует, главным образом, речной сток и возобновляемые пресные подземные воды. Приблизительный объём их на планете составляет 43,8 и 13,3 тыс. км³/год соответственно. Запаса такой воды вполне хватает для удовлетворения самых больших запросов человечества. Если добавить к этому, что вода - возобновляемый ресурс (в результате круговорота она снова возвращается к нам), то возникает вопрос: есть ли о чем беспокоиться?

Однако в настоящее с бурным ростом населения, промышленности, сельского хозяйства, пресной воды на земле не хватает уже сейчас. Причин для этого предостаточно.

Во-первых. Вода распределена на поверхности земного шара крайне неравномерно. Одни государства на планете (например, в Юго-Восточной Азии) имеют воду в значительном количестве, другие хронически страдают от её недостатка (Австралия).

Водные ресурсы рек (ресурсы речного стока) оцениваются в 47 тыс. км³/год, а среднемировой показатель обеспеченности речным стоком (сток на душу населения) составляет около 8 тыс. м³/год. С достаточной и избыточной обеспеченностью – Конго, новая Зеландия, Канада, Норвегия, Бразилия, Россия. Со средней обеспеченностью – США, Мексика, Аргентина, Финляндия, Швеция. С недостаточной обеспеченностью – Египет, Саудовская Аравия, Алжир, Китай, Индия, Германия, Польша.

Ресурсы воды на Земле сокращаются вследствие неправильной хозяйственной деятельности человека, например, в результате чрезмерной вырубке лесов, обеспечивая тем самым, например, наступление крупнейшей безводной пустыни Сахара в Африке. Пути решения: производить регулирование и переброску речного стока, запрещать вырубку водоохраных лесов по берегам рек.

Во-вторых. Потребление воды в мире достигло колоссальных размеров и продолжает прогрессировать. Если в средние века человек обходился 12 – 25 литрами воды, то в настоящее время в крупных городах затрачивает на свои хозяйственно-бытовые нужды до 600 и более литров в сутки. Также большое количество воды потребляет промышленность. Наиболее водоемкими являются черная и цветная металлургия, химическая и целлюлозно-бумажная промышленность. Например, для выпуска 1 т чугуна и стали требуется 120-350 м³ воды, 1 т никеля – 4000 м³ воды, 1 т синтетического волокна – 2000-5000 м³ воды, 1 т бумаги – 400-800 м³ воды. Также большие потери воды в сельском хозяйстве (1 голову мелкого рогатого скота – 10-15 л/сут, крупного рогатого скота – 100-125 л/сут), наибольшие потери наблюдаются при орошении. Пути решения: экономно использовать воду (применять более совершенные, в т.ч. безводные технологии, перевод предприятий на замкнутый водный цикл и т. д., осваивать новые системы орошения с рациональным расходом воды).

В-третьих, вода на земном шаре усиленно загрязняется.

1.3 Проблема загрязнения имеющихся водных запасов. Мероприятия по охране вод от загрязнений.

Основные источники загрязнений – население, промышленность, сельское хозяйство, энергетика, водный транспорт, лесосплав.

Основные продукты загрязнений:

1) Нефть и нефтепродукты. Нефть представляет собой вязкую маслянистую жидкость, имеющую темно-коричневый цвет. Основные компоненты нефти – углеводороды (до 98%).

Ежегодно в Мировой океан поступает около 30-35 млн. т. нефти (при транспортировке – 65%, при добычи, при переработке, при использовании в качестве топлива и промышленного сырья). Тонна потерянной в океане нефти покрывает тонкой пленкой 12 км² водной поверхности. Нефтяные пятна затрудняют процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель растений и животных. Восстановление пораженных экосистем занимает 10-15 лет. В мире пробурено около 2500 скважин, глубиной до 900 м. Ежегодно около 6000 танкеров международных флотилий транспортируют 3 млрд. т. нефти.

2) Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) – относятся к обширной группе веществ, понижающих поверхностное натяжение воды. Они входят в состав синтетических моющих средств (СМС), широко применяемых в быту и промышленности. Вместе со сточными водами СПАВ попадают в материковые воды и морскую среду.

Присутствие СПАВ в сточных водах промышленности связано с использованием их в таких процессах, как разделение продуктов химических технологий, получение полимеров, улучшение условий бурения нефтяных и газовых скважин, борьба с коррозией оборудования. В сельском хозяйстве СПАВ применяется в составе пестицидов.

СПАВ плохо поддаются очистке и поступают в водоем в количестве 50-60% от их начального количества (производится промышленностью > 4 млн. т.), способны образовывать толстый слой пены, затрудняющий процессы самоочищения.

3) Тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк) относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание соединений тяжелых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Большие массы этих соединений поступают в моря через атмосферу. Наиболее опасны: ртуть, свинец и кадмий. Тяжелые металлы оседают на дно водоема, образуя загрязняющий регион

4) Удобрения и пестициды. Пестициды – пестициды составляют группу искусственно созданных веществ, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений. Пестициды делятся на следующие группы: инсектициды - для борьбы с вредными насекомыми, фунгициды и бактерициды - для борьбы с бактериальными болезнями растений, гербициды - против сорных растений.

Установлено, что пестициды уничтожая вредителей, наносят вред многим полезным организмам и подрывают здоровье биоценозов. В сельском хозяйстве давно уже стоит проблема перехода от химических (загрязняющих среду) к биологическим (экологически чистым) методам борьбы с вредителями.

Промышленное производство пестицидов сопровождается появлением большого количества побочных продуктов, загрязняющих сточные воды. В водной среде чаще других встречаются представители инсектицидов, фунгицидов и гербицидов.

Удобрения и пестициды аккумулируются в воде, вызывая гибель живых организмов и делая их опасными к употреблению в пищу. ДДТ и его производные легко растворимы в жирах и поэтому накапливаются в органах рыб, млекопитающих, морских птиц. Вещества полностью искусственного происхождения, поэтому не разлагаются в природных условиях, а накапливаются в океане.

5) Тепловое загрязнение. Тепловое загрязнение поверхности водоемов и прибрежных морских акваторий возникает в результате сброса нагретых сточных вод электростанциями и некоторыми промышленными производствами. Сброс нагретых вод во многих случаях обуславливает повышение температуры воды в водоемах на 6-8⁰С. Площадь пятен нагретых вод в прибрежных районах может достигать 30 кв. км.

Термальные загрязнения вызывают увеличение минерализации воды, вызывая интенсивный рост водной растительности и накоплению органического вещества, вследствие разложения которых происходит уменьшение количества растворенного кислорода в воде (эвтрофикация водоема). Ухудшаются условия жизни многих водных организмов, развиваются сине-зеленые водоросли, значительно увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей, изменяются сроки нереста рыб и т. д.

6) Радиоактивные отходы. Захоронение радиоактивных отходов (РАО) в море рассматривается как изоляция этих опасных веществ от среды обитания человека на период, достаточный для физического распада радионуклидов. Захоронение жидких радиоактивных отходов (ЖРО) и твердых радиоактивных отходов (ТРО) осуществлялось многими странами, имеющими атомный флот и атомную промышленность.

Первые захоронения РАО в морях были произведены в 1946 г США в северо-восточной части Тихого океана на расстоянии 80 км от побережья Калифорнии. С 1947 г сбросы стали производиться Великобританией и др. До 1983 г практиковался сброс ТРО в открытое море.

В СССР захоронение РАО началось в 1957 г. в северных и дальневосточных морях.

С 1993 года был запрещен сброс жидких радиоактивных отходов (ЖРО), но число их неуклонно растет. Поэтому в целях защиты окружающей среды в 90-е годы стали разрабатываться проекты очистки ЖРО.

В 1996 году представители японских, американских и российских фирм подписали контракт на создание установки по переработке ЖРО, скопившихся на Дальнем Востоке России. На реализацию проекта правительство Японии выделило 25,2 млн. долларов.

7) Отходы животноводческих комплексов – преимущественно органического происхождения, могут вызвать эвтрофикацию водоема, могут содержать возбудителей опасных заболеваний. 1 свиноферма на 100 тыс. голов по интенсивности загрязнений равноценна городу с количеством жителей 250 тыс. человек

8) Кора деревьев, сучья, оседающие на дне водоема при лесосплаве – составляет 10% от общего количества, приводит к выделению смолы, фенольных и др. вредных веществ, при её разложение происходит поглощение кислорода, также при лесосплаве гибнут мальки, разрушаются нерестилища, отравляется икра.

Для сохранения чистоты водных объектов следует проводить такие мероприятия:

- обеспечение полной биологической очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод;

- совершенствование технологий промышленных производств с целью сокращения количества сточных вод и снижения загрязнений в них;
- разработка и внедрение маловодной и безводной технологии;
- внедрение оборотного водоснабжения и расширение повторного использования очищенных сточных вод;
- рациональное использование удобрений и пестицидов;
- реализация планов водоохраных мероприятий.

Таким образом, нехватка чистой воды стала реальность нашего времени. В наши дни ведется интенсивный поиск новых источников воды (опреснение морской воды, управление осадками и таянием ледников и др.). В этом направлении имеются уже определенные успехи, но широкому внедрению этих проектов препятствует сложность технических решений, высокая стоимость и др.

1.4 Водные ресурсы РБ. Управление водными ресурсами и их правовая охрана от загрязнений.

По обеспеченности водными ресурсами Республика Беларусь находится в сравнительно благоприятных условиях. Имеющиеся ресурсы природных вод вполне достаточны для удовлетворения как современных, так и перспективных потребностей страны в воде.

Территория Беларуси является водораздельной для бассейнов Балтийского и Черного морей. Около 55% годового стока приходится на реки бассейна Черного моря и, соответственно, 45% – Балтийского.

Всего насчитывается 20800 рек, общей протяженностью 90600 км. Крупнейшие реки, протяженностью более 500 км – Днепр (700 км на территории РБ) и его притоки Припять (500 км), Березина, Сож; Неман (459 км на территории РБ) и его приток Вилия; Западная Двина (328 км).

В Беларуси имеется 10800 озер и более 9000 болот. Наиболее глубокие, разнообразные по очертаниям и живописные озера находятся в Белорусском Поозерье (на севере республики). Самое большое озеро Нарочь занимает площадь около 80 км².

Создано 91 искусственных водохранилищ, крупнейшее из которых - Вилейское по своим размерам (79,2 км²) сопоставимо с озером Нарочь. Создано 1138 прудов (искусственно созданные в совхозах и рыбхозах), общая площадь прудов и водохранилищ 863 км².

Поверхностные водные ресурсы представлены в республике главным образом речным стоком, который в средние по водности годы составляет 57,9 км³. В многоводные годы общий речной сток увеличивается до 92,4 км³, а в маловодные (95% обеспеченности) снижается до 37,2 км³ в год.

Пресные подземные воды распространены на территории Беларуси повсеместно. Их естественные ресурсы составляют 15,9 км³/год (0,043 км³/сут), прогнозные 18,1 км³/год. Величина естественных ресурсов зависит от условий формирования подземных вод, которые наиболее благоприятны в центральной, северо-восточной и западной частях страны. На 2000 г. разведено 245 месторождений и участков подземных вод с эксплуатационным запасом 2,29 км³/год (около 13% от суммы прогнозных ресурсов). Эксплуатируются в основном неглубоко залегающие (50-200 м) водоносные горизонты, имеющие тесную гидравлическую связь с вышележащими горизонтами подземных вод и поверхностными водотоками.

Управление водными ресурсами

Воды, являясь важнейшим компонентом природной среды, используются и охраняются в Республике Беларусь как основа жизнедеятельности человека и функционирования природных систем. Основная ответственность за управление водными ресурсами в стране возложена на Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Минприроды). Оно разрабатывает законодательные акты, стандарты и меры в области использования и охраны водных ресурсов, выдает "Разрешения" на использование воды в различных сферах экономики координирует водопользование в масштабах республики.

К числу других учреждений, выполняющих важные функции, в системе управления водными ресурсами, относятся:

- Министерство здравоохранения – установление стандартов качества питьевой воды и осуществление соответствующего мониторинга;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства – планирование, строительство и эксплуатация систем водоснабжения и канализации, а также установок по очистке сточных вод;
- Министерство сельского хозяйства - строительство систем водоснабжения для кооперативных и государственных хозяйств;

- Комитет по гидрометеорологии – осуществление программ общего мониторинга, включая мониторинг поверхностных вод.

Основным государственным предприятием, отвечающим за водоснабжение и установки по очистке сточных вод, является организация “Водоканал”.

"Разрешения" составляют важную основу управления водными ресурсами, поскольку регламентируют объемы забора свежей воды и сброса сточных вод как промышленными предприятиями, так и различными коммунальными службами; предусматривают взимание платежей за загрязнение и забор воды. Разрешенные уровни сброса устанавливаются с учетом стандартов качества окружающей среды. "Разрешения" на сброс сточных вод должны согласовываться со службами здравоохранения, органами рыбоохраны и геологическими службами. "Разрешения" выдаются областными комитетами Минприроды или самим Минприроды на срок от одного до пяти лет.

Правовую основу управления водными ресурсами составляет Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. (с изм. от 18.07.16. и 17.07.17), который охватывает широкий круг вопросов, направленных на рациональное использование и охрану водных ресурсов.

Политика государства в отношении водных ресурсов ориентирована на улучшение сложившейся в стране ситуации с использованием и охраной поверхностных и подземных вод. Несмотря на трудную экономическую ситуацию, предпринимаются шаги, направленные на строительство и улучшение систем водоснабжения и установок по очистке сточных вод, а также другие меры в области охраны водных ресурсов.

Деятельность органов управления по комплексному освоению и использованию водных ресурсов предполагает:

- совершенствование организационных, правовых и финансовых механизмов водопользования и охраны вод;
- проведение мероприятий по более глубокой очистке сточных вод, включающей ввод новых мощностей очистных сооружений, их реконструкцию; внедрение мало- и безводных технологий;
- обеспечение всего населения республики водой нормативного качества.

Деятельность по охране водных ресурсов, качества вод и водных экосистем должна быть направлена:

- на сохранение всего комплекса водных экосистем и предотвращение ухудшения состояния их водосборных пространств;
- на разработку и внедрение экологически обоснованных методов освоения и рационального использования водных ресурсов во внутренних водоемах и обеспечение биологического разнообразия гидробионтов;
- на снижение смыва различных загрязняющих веществ с поверхности почв в водные объекты;
- на создание водоохраных зон на всех поверхностных и подземных водных объектах;
- на реализацию мер по защите, сохранению и рациональному использованию существующих и перспективных источников водоснабжения;
- на приведение национальных стандартов качества питьевой воды в соответствие в соответствии с международными санитарно-гигиеническими нормами.



Предпосылки зарождения живых организмов в воде

- в воде имелись наилучшие возможности для питания, т. к. в ней содержатся растворенные соли, растворенный кислород в необходимом количестве;
- вода удаляла ненужные продукты жизнедеятельности;
- служила благоприятной средой для размножения;
- водные толщи спасали живые существа от высыхания и от ультрафиолетовых лучей, т.к. озоновый слой отсутствовал.





Содержание воды в различных частях тела человека

- зубная эмаль - 0,2%
- кости – 20-30%;
- печень - до 69%;
- мышцы – до 70%;
- мозг – до 75%;
- сердце - 75%;
- почки - до 82%;
- кровь – до 85%;
- легкие -86%;
- стекловидное тело глаза – 99%





Основные функции воды в организме человека

- увлажняет кислород для дыхания;
- регулирует температуру тела;
- помогает организму усваивать питательные вещества;
- защищает жизненно важные органы;
- смазывает суставы;
- помогает преобразовать пищу в энергию;
- участвует в обмене веществ;
- выводит различные отходы из организма.





Значение воды для создания внешних условий жизни

- - удовлетворение ежедневных потребностей человека (питье, приготовление пищи, соблюдение личной гигиены, стирка, мытье посуды, жилища, общественных зданий и помещений);
- - удаление нечистот и отходов из домов, с территории населенных пунктов (сплавная канализация);
- - использование воды в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, энергетике, медицине;
- - использование водоемов для отдыха, туризма и спорта.



Мировые запасы воды



Вид воды	Объем (тыс. км ³)	Доля в мировых запасах (%)	
		общих	пресных
Воды Мирового океана	1338000	96,50	-
Подземные воды	23400	1,70	-
Преимущественно пресные	10530	0,76	30,1
Почвенная влага	16,5	0,001	0,05
Полярные и горные ледники	24064,1	1,74	68,7
Подземные льды зоны многолетне мерзлых пород	300	0,022	0,86
Вода в озерах	176,4	0,013	-
пресная	91	0,007	0,26
соленая	85,4	0,006	-
Воды болот	11,5	0,0008	0,03
Воды в руслах рек	2,1	0,0002	0,006
Биологическая вода	1,1	0,0001	0,003
Вода в атмосфере	12,9	0,001	0,04
Вся гидросфера	1385985	100	-
Пресные воды	35029	2,53	100

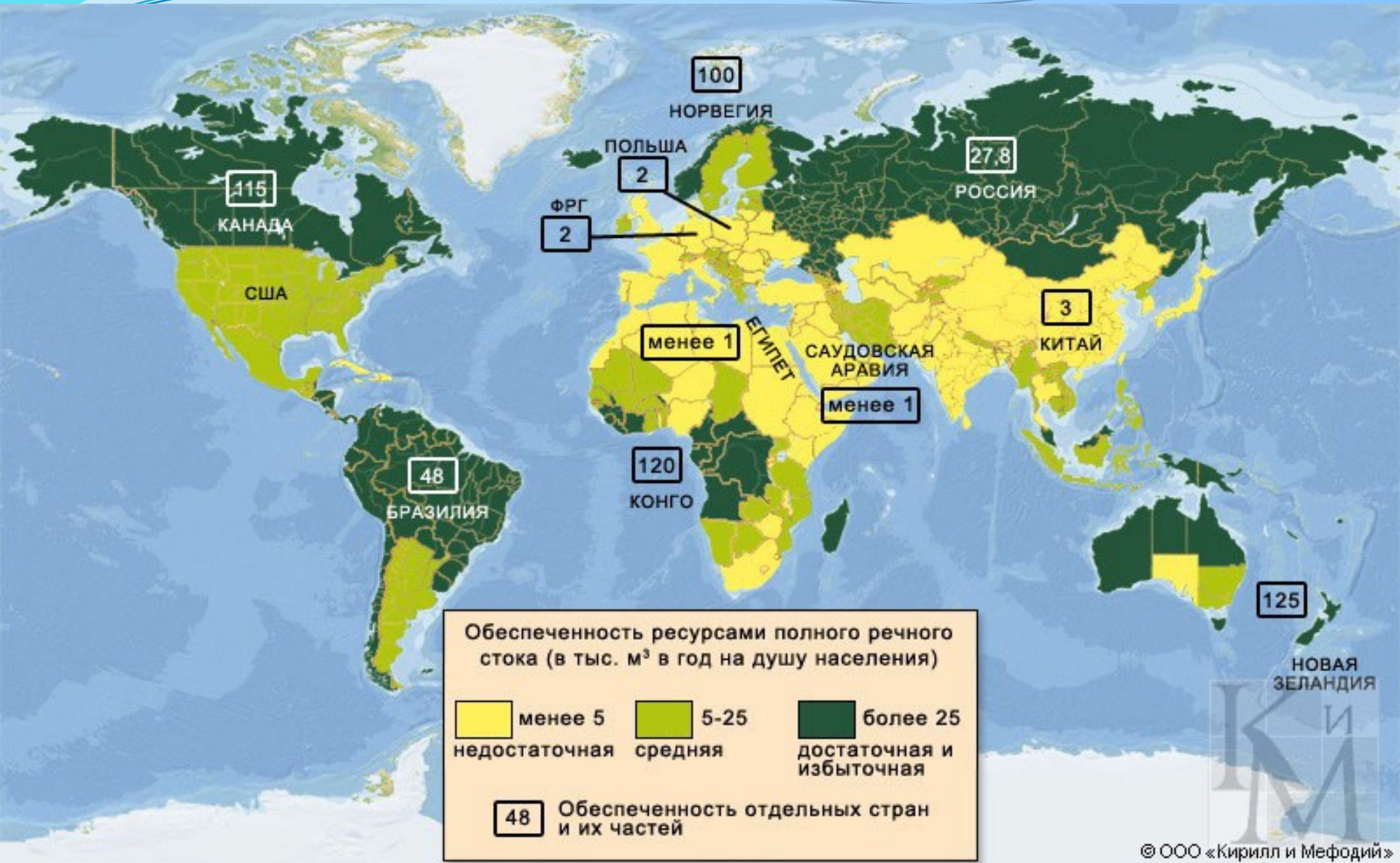




Проблема дефицита пресных вод

- Вода распределена на поверхности земного шара крайне неравномерно
- Потребление воды в мире достигло колоссальных размеров и продолжает прогрессировать
- Вода на земном шаре усиленно загрязняется.



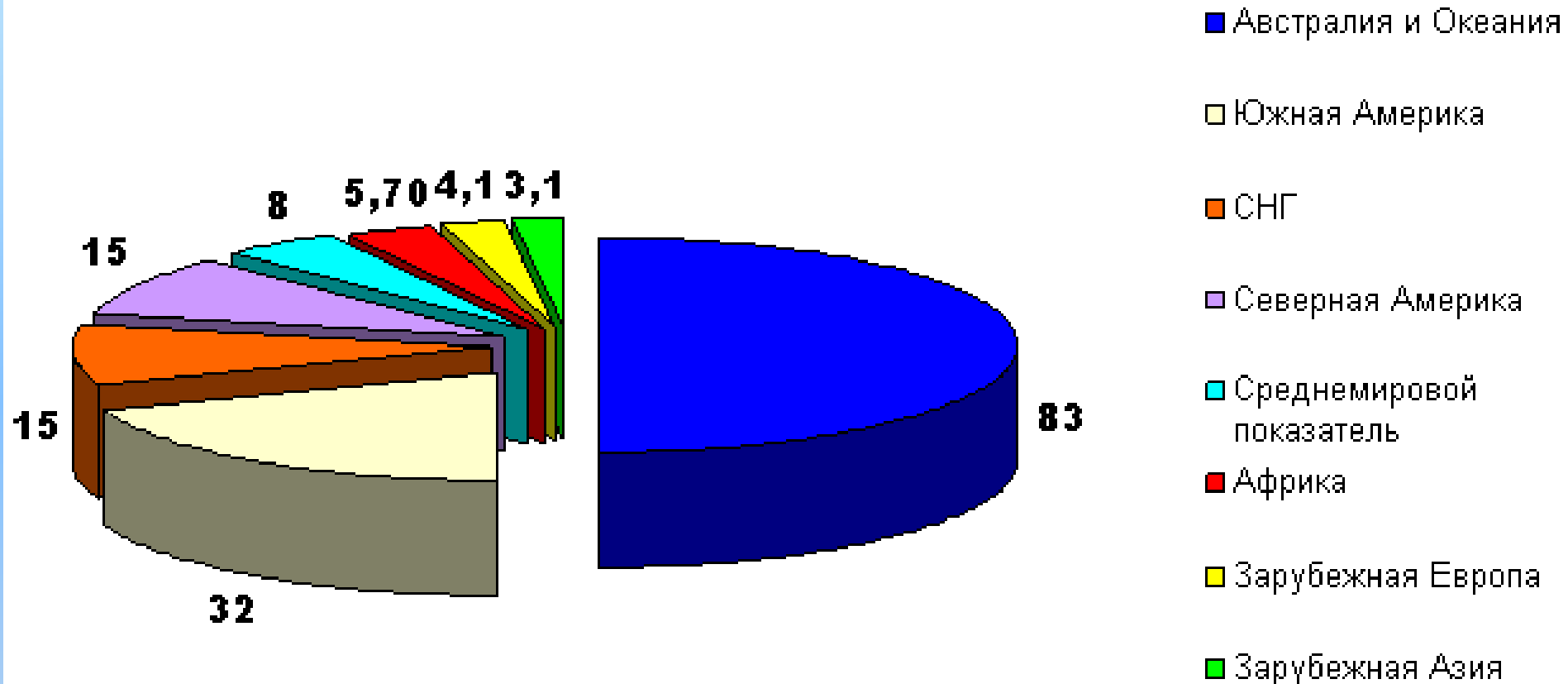


© ООО «Кирилл и Мефодий»





Обеспеченность ресурсами речного стока по крупным регионам мира, тыс. м³/год



Страны с наименьшей водообеспеченностью



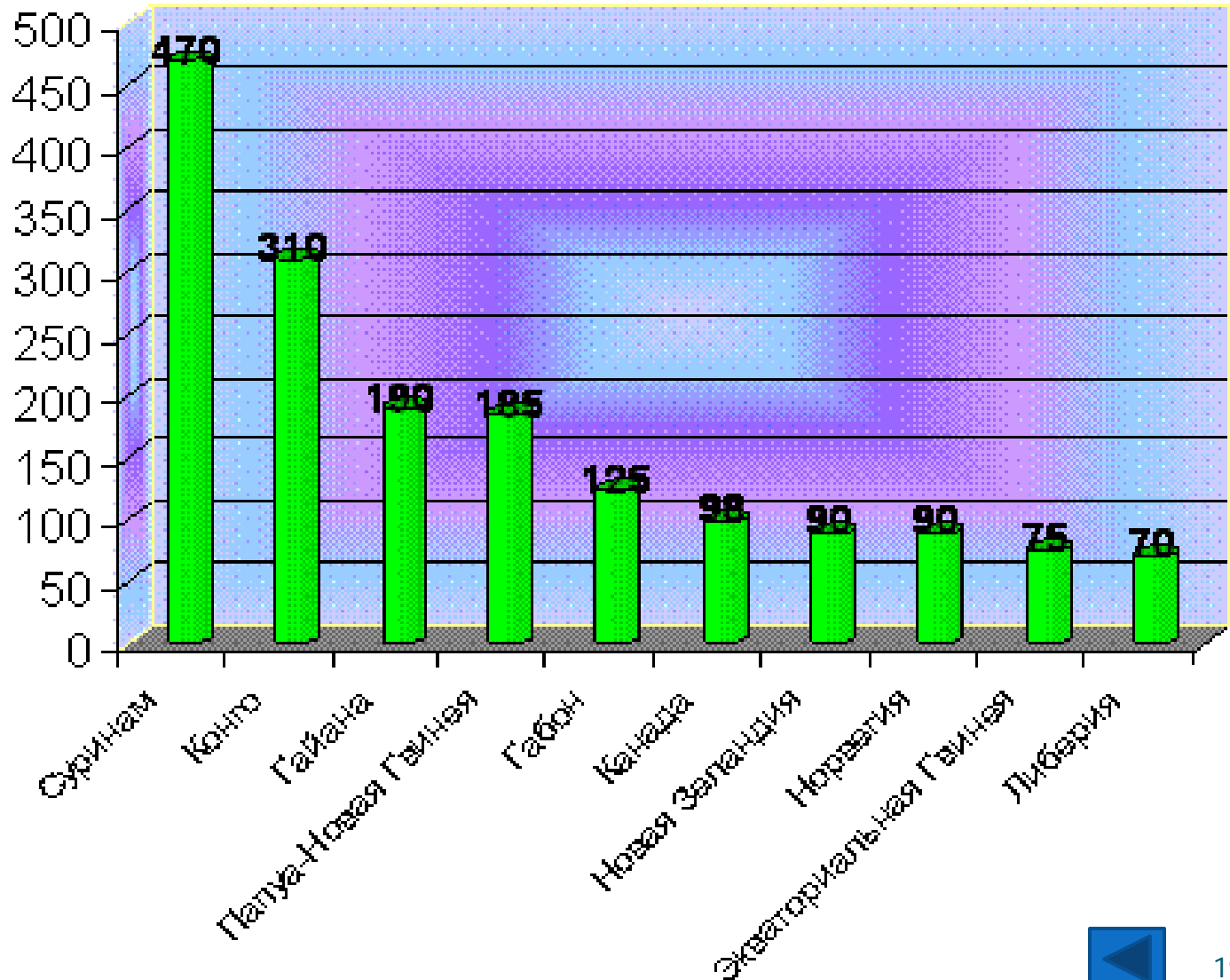
Страна с наименьшей водообеспеченностью	На 1 человека, тыс. м ³
Египет (Африка)	0,96
Бурунди (Африка)	0,55
Алжир (Африка)	0,46
Тунис (Африка)	0,45
Израиль (Ю-З. Азия)	0,38
Йемен (Ю-З. Азия)	0,25
Иордания (Ю-З. Азия)	0,20
Саудовская Аравия (Ю-З. Азия)	0,12
Ливия (Африка)	0,1
Кувейт (Ю-З. Азия)	0,011





Страны с наибольшей водообеспеченностью

на 1 человека
тыс. м куб.





Проблема загрязнения имеющихся водных запасов

Основные продукты загрязнений

- нефть и нефтепродукты
- синтетические моющие средства
- тяжелые металлы (ртуть, свинец, цинк, хром, медь, олово)
- удобрения и пестициды
- сбрасываемые тепловые воды от электростанций
- радиоактивные отходы
- отходы животноводческих комплексов
- кора деревьев, сучья, оседающие на дне водоема при лесосплаве





Нефтяное пятно, образовавшееся после пожара и затопления буровой установки Deepwater Horizon





Мероприятия, проводимые для сохранения чистоты водных объектов

- - обеспечение полной биологической очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод;
- - совершенствование технологий промышленных производств с целью сокращения количества сточных вод и снижения загрязнений в них;
- - разработка и внедрение маловодной и безводной технологии;
- - внедрение оборотного водоснабжения и расширение повторного использования очищенных сточных вод;
- - рациональное использование удобрений и пестицидов;
- - реализация планов водоохраных мероприятий.





Карта Беларуси

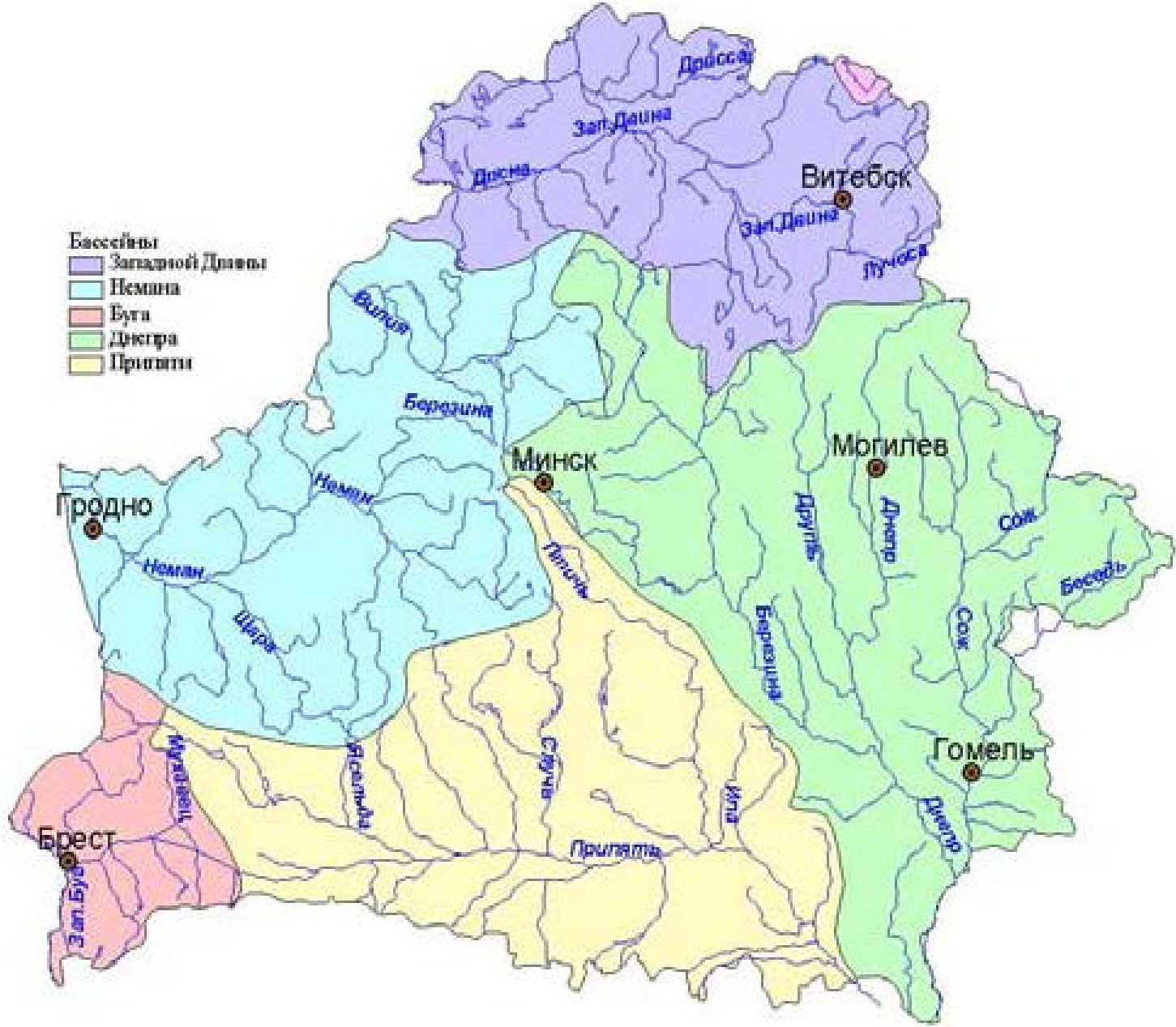




Самые длинные реки

Название	Общая длина (км)	Белорусская часть (км)
Днепр	2145	690
Березина	613	613
Припять	761	495
Сож	648	493
Неман	937	459
Птичь	421	421
Западная Двина	1020	328
Чара	325	325
Свислочь	297	297
Вилия	510	276
Западный Буг	831	169





Основные реки Беларуси





Ресурсы речного стока

Водосбор реки	Местный сток, млн м ³		Общий сток, млн м ³	
	Средне-многолетний	Обеспеченностью 95%	Средне-многолетний	Обеспеченностью 95%
Западной Двины	6800	4300	13 900	8600
Немана (без Вилии)	6600	5200	6700	5300
Вилии	2300	1800	2300	1800
Западного Буга (вкл. Нарев)	1400	800	3100	1700
Днепра (искл. Припять)	11 300	7600	18 900	12 800
Березины	4500	3300	4500	3300
Припяти	5600	3100	13 000	7000
Всего	34 000	22 800	57 900	37 200





Крупнейшие озера

Название	Местонахождение (область, район)	Площадь (кв. км)	Максимальная глубина (м)
Нарочь	Минская, Мядельский	79,6	24,8
Освея	Витебская, Верхнедвинский	52,8	7,5
Червоное	Гомельская, Житковичский	40,3	2,9
Лукомльское	Витебская, Чашникский	37,7	11,5
Дривяты	Витебская, Браславский	36,1	12,0
Выгонощанское	Брестская, Ивацевичский	26,0	2,3
Нешердо	Витебская, Россонский	24,6	8,1
Свирь	Минская, Мядельский	22,3	8,7
Снуды	Витебская, Браславский	22,0	16,5
Черное	Брестская, Березовский	17,7	6,6
Мядель	Минская, Мядельский	16,2	24,6



Основные характеристики наиболее крупных водохранилищ



	Площадь, км ²	Место нахождения (область, район)
Бассейн реки Западная Двина		
Хоробровка	31,97	Витебская, Миорский
Езерищенское	16,60	Витебская, Городокский
Бассейн реки Западный Буг		
Беловежская Пуца	3,32	Брестская, Каменецкий
Луковское	5,04	Брестская, Малоритский
Бассейн реки Неман		
Вилейское	77,00	Минская, Вилейский
Зельвенское	11,90	Гродненская, Зельвенский
Бассейн реки Днепр		
Заславское	26,86	Минская, Минский
Осиповичское	11,87	Могилевская, Осиповичский
Светлогорское	14,37	Гомельская, Светлогорский
Чигиринское	21,19	Могилевская, Кировский
Бассейн реки Припять		
Краснослободское	23,65	Минская, Солигорский
Любанское	22,50	Минская, Любанский и Стародорожский
Погост	16,16	Брестская, Пинский
Селец	20,70	Брестская, Березовский
Солигорское	23,10	Минская, Солигорский



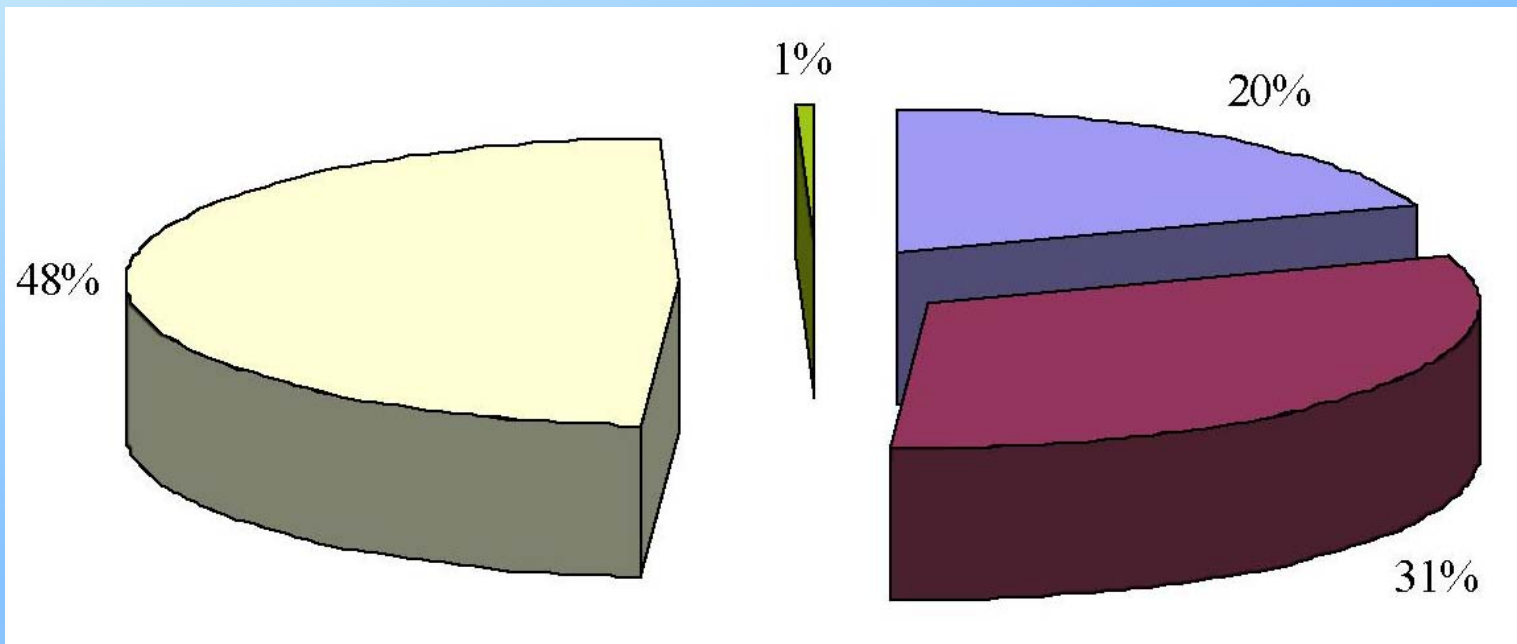


Ресурсы подземных вод в границах административных областей

Административная область	Ресурсы пресных подземных вод, млн м ³ /год		Отношение эксплуатационных ресурсов к естественным, %
	естественные	прогнозные	
Брестская	1584	2045	129
Витебская	3357	3486	104
Гомельская	1929	3094	160
Гродненская	2613	2806	107
Минская	4134	4360	105
Могилевская	2283	2310	101
Всего	15 900	18 100	114



Структура использования свежей воды в РБ в 2019 г. всего 1573 млн. м3 воды



-  Промышленность
-  Сельское хозяйство
-  Жилкоммунхоз и бытовое обслуживание
-  Другие отрасли





Потребление воды на одного жителя в основных промышленных центрах Беларуси в 2005–2009 гг., л/ (чел·сут)

Город	Год					Снижение к уровню 2005 г., %
	2005	2006	2007	2008	2009	
Брест	264	227	204	181	149	44
Витебск	250	241	217	185	166	34
Гомель	262	245	228	198	179	32
Гродно	302	265	245	214	193	36
Могилев	298	275	252	213	176	41
Бобруйск	256	271	238	207	182	29
Борисов	224	216	201	204	153	32
Мозырь	293	231	196	195	165	44
Новополоцк	255	208	190	170	153	40





Управление водными ресурсами в Республике Беларусь

- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
- Министерство здравоохранения
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства
- Министерство сельского хозяйства
- Комитет по гидрометеорологии





Нормативные документы

- Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. (с изм. от 18.07.16. и 17.07.17)
- Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 17 июля 2002 г.
- СанПиН 2.1.2.12-33-2005 Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения
- Положение о порядке установления размеров и границ водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов и режиме ведения в них хозяйственной деятельности от 21 марта 2006 г.
- СанПиН 10-113 РБ 99 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения





ТЕМА 2

Водоснабжение и водоотведение Древнего Мира

- 2.1. Водоснабжение и водоотведение Древних Египта и Индии.
- 2.2. Водоснабжение Древнего Израиля.
- 2.3. Водоснабжение и водоотведение городов Древней Греции.
- 2.4. Водоснабжение Древнего Рима.
- 2.5. Акведуки Древнего Рима.
- 2.6. Термы Древнего Рима.
- 2.7. Водоотведение Древнего Рима.

ТЕМА 2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ДРЕВНЕГО МИРА

- 2.1. Водоснабжение и водоотведение древних Египта и Индии.
- 2.2. Водоснабжение Древнего Израиля.
- 2.3. Водоснабжение и водоотведение городов Древней Греции.
- 2.4. Водоснабжение Древнего Рима.
- 2.5. Акведуки Древнего Рима.
- 2.6. Термы Древнего Рима.
- 2.7. Водоотведение Древнего Рима.

2.1. Водоснабжение и водоотведение Древнего Египта.

С древних времен территория Древнего Египта была разделена на два отдельных царства, располагавшихся вверху и внизу по течению Нила. Около 3000 года до н. э. фараон Менес (Мена) объединил оба царства в единое мощное государство, просуществовавшее более 3000 лет. Завоеван римлянами в 30 г. до н. э.

Основным источником воды в стране являлся Нил. Ежегодно разливы реки обеспечивали плодородие почв речной долины, и одновременно воды несли с собой опустошение земель. И в 3000 году до н.э фараон Менес начал строительства резервуаров для отвода воды во время наводнений, рытья каналов и ирригационных канав для мелиорации болотистой почвы.

К 2500 году до н. э. в древнем Египте была создана обширная системы каналов, рвов и желобов, предназначенная для осушения болот, орошения полей, предохранения от наводнений, водоснабжения городов и для судоходства. Просуществовала до римского вторжения (30 год до н.э.).

Вода, остававшаяся в понижениях местности и каналах, использовалась для орошения с помощью водоподъемных механизмов. Древнейшим из них был шадуф (всем известный журавль), относящийся примерно к 1250 г. до н. э., устройство которых было основано на законе рычага. Для водоснабжения городов сооружали водоподъемные станции в виде сложной системы шадуфов, или в виде водоподъемных колес. Водоподъемные колеса приводились в движение рабами. В Египте также была изобретена и введена в широкое применение нория. Она представляла собой цепь, на которой подвешены ковши или черпаки, передвигавшиеся по кругу при помощи колеса, для захвата жидкостей и сыпучих материалов.

Для транспортирования воды применялись глиняные трубы, изготавливавшиеся из соломы и глины.

Были обнаружены также туалеты с сидениями из известняка, сток из которых, скорее всего, осуществлялся прямо в песчаную почву.

Водоснабжение города Мохенджо-Даро (одной из двух столиц цивилизации Хараппа, территория современных Индии и Пакистана) осуществлялось посредством колодцев, вырытых на центральных площадях. Это были ямы диаметром до 2,5 м, выложенные камнем и кирпичом, со скрепленными битумом срубами. А во дворах жилых кварталов, размещались колодцы меньших размеров (диаметром 50 - 70 см). Возраст 3-2 тысячелетие до н.э.

Также в городе были общественные купальни, которые представляли собой комплекс зданий, в центре которого располагался прямоугольный в плане бассейн. Бассейн самой большой купальни имел размеры 12x7 м при глубине 2,43 м, а дно его выложили водонепроницаемым битумным слоем. Систематический приток свежей воды (при одновременном спуске старой) обеспечивал специальный колодец. Вода подогревалась горячим воздухом.

Дома города Мохенджо-Даро имели "удобства": комнату для омовения, часто отдельный колодец и канализационные сооружения. В г. Мохенджо-Даро была общегородская система канализации, относится она к III-II тысячелетию до н. э. Она имела магистральный канал, отстойники и стоки для дождевой воды. Колодцы и канализационные системы были выложены кирпичом.

2.2. Водоснабжение Древнего Израиля.

В X в до н. э. столицей Израиля стал Иерусалим. Водоснабжение части города осуществлялось из Источника Гиона, питаемого подземными водами. Он расположен был на восточном спуске холма Офела в Иерусалиме. С его помощью также осуществлялась ирригация близлежащих полей и садов. Источник Гиона располагался за стенами города.

Эти века характеризовались постоянными завоевательными войнами. Древние иудеи вынуждены были защитить доступ к воде от врагов, которые могли отрезать водоснабжение города.

Возникла необходимость в построении туннеля, который доставлял воду в город из источника. Ориентируясь лишь по трещине от воды, в твердом каменном грунте был прорыт туннель, длиной 233 м, шириной примерно 1 м и высотой до 2,5 м. На все потребовалось около семи месяцев. Из туннеля вода поступала в наземные бассейны, откуда ее могли черпать все жители города.

Самым большим храмом в Иерусалиме был Храм царя Соломона. Во дворе этого храма (10 в до н. э.) находилось «медное море» и 10 медных умывальниц на подставках. «Море» представляло собой 2-метровый бассейн из полированной меди, 4,6 м в диаметре и 7,7 см в толщину.

Дренажные системы строились для осуществления стока из домов и с улиц, в то время как твердые отходы вывозились на телегах через специальные ворота.

На вершине горы Масада (450 м над морем) царь Ирод Великий (73 – 4 г. до н. э.) построил крепость с уникальной системой водоснабжения. Два небольших рва располагались в отдалении от крепости. Во время дождей они быстро наполнялись водой. Чтобы удерживать воду до необходимого уровня, были построены дамбы. При необходимости они открывались, и вода направлялась по акведукам и каналам к крепости. Ирод также сконструировал сеть резервуаров на вершине крепости и соединил их со стоками. Вся система снабжала водой два больших и пять маленьких дворцов. После смерти Ирода Масада пришла в запустение и была поглощена пустыней.

2.3. Водоснабжение и водоотведение городов Древней Греции (Приены, Пергам, Самос, Афины).

Расцвет инженерного искусства греков наступает, начиная с VI — V веков до н.э., т.е. в эпоху становления в греческих городах такой государственной формы правления, как тирания. Именно тогда отмечается скачкообразный экономический рост и небывалое развитие ремесел по всему Средиземноморью. Росло и благосостояние жителей греческих полисов. Общество становится все более цивилизованным, о чем можно судить по сооружению централизованных систем водопровода и канализации.

Вопрос о водоснабжении разрешался в греческих городских центрах различно в зависимости от природных условий.

Приены. Большинство водопроводов были устроены по принципу использования различных уровней поверхности земли. В горах над Приеной (на высоте 860 м над у.м.) находилось много источников, откуда вода текла свободно до верхней части горного хребта (350 м над у.м.) Отсюда до городских стен Приены (расстояние около 2 км) вода шла по трубопроводу с уклоном примерно в 1 м на 10 м. Трубы диаметром в 0.25 м и со стенками толщиной в 0.026 м лежали в канале трапециевидного сечения, перекрытом мраморными плитами. Канал был пробит в скалистом грунте.

У городской стены Приены (на высоте 145 м над у. м.), находился бассейн, из бассейна вода поступала в водопроводную сеть, расходившуюся по всему городу. Вода текла здесь по глиняным трубам, уложенным в каналы. Длина труб от 0.43 до 0.51 м, диаметр – от 0.10 до 0.13 м. Трубы снабжены были муфтами и концевыми частями, соединения смазывались очень твердой гипсовидной массой.

Пергам. Пергам имел водопровод во II в до н. э. Несколько водопроводов были устроены так же, как и водопровод Приены. Здесь же найден водопровод высокого давления (в 18 атмосфер). Для этого водопровода использован был источник на горе, расположенной на расстоянии около 25 км по прямой линии от города. От источника, (высота 1174 м над у. м.), вода шла по трем трубопроводам, состоящим из глиняных труб. Вода из этих трубопроводов поступала в водонапорный резервуар, расположенный в 3,5 км от Пергама, на высоте 368 м над уровнем моря. Резервуар представлял собой прямоугольный бассейн, сложенный из квадров трахита. Из резервуара вода поступала в водопровод из свинцовых труб, построенный по иному принципу. Он шел по прямой линии, то, спускаясь вниз, то, поднимаясь вверх на холмы, и, наконец, поднимался круто на самую вершину города (338 м).

Самос. Питался о. Самос водой горного источника. Для этого был пробит туннель - Эфпалино-Оригма – длиной в 1040 м. Спроектированный инженером Эвпалиносом (Эвпалин Мегарский) и построенный сотнями рабов в 529–524 гг. до н.э., туннель обеспечивал водоснабжение античного Самоса в случае осады и действовал до XX века. Кстати, это был первый случай, когда путь в скалах прокладывался с противоположных сторон одновременно, что свидетельствует о достаточно высоком уровне инженерного дела, достигнутом греками в середине I тысячелетия до н.э.

Выйдя из туннеля, вода по керамическим трубам попадала к общественным водоразборным фонтанам, а оттуда - в многочисленные водометы. Последние были выполнены, как, например, в Афинах и на Самосе, в виде львиных голов, которые извергали воду в подставленные кувшины.

Афины. В пору расцвета и господства Афин на древней земле Эллады, во время правления тирана Писистрата (561 — 527 гг. до н.э.), с Гиметских гор была проведена в город водопроводная линия, обеспечившая население огромного города чистой холодной водой. Это было сложное инженерное сооружение общей протяженностью 12 км. Сначала вода текла по каналу, затем она уходила под землю, в искусственный длинный туннель в скале, потом вновь выходила наружу, в конце поступала в главный городской водомет-фонтан Каллироэ. И уже отсюда многочисленные ответвления доставляли воду в различные городские районы. Афины в период расцвета, когда их население достигало 200 тыс. человек, имели 8 водопроводов.

Базовым элементом системы являлись терракотовые цилиндрические сегменты с сервисными отверстиями в них. Все элементы трубопроводов соединялись друг с другом на основе безрезьбового соединения «муфта-штуцер» с возможным уплотнением либо известняковым раствором либо свинцовой зачеканкой для предотвращения просачивания воды в местах соединения. Сервисные отверстия в центральной части предназначены для профилактической очистки участка водопровода. Обнаруженные в ходе археологических раскопок участки сохранившихся фрагментов трубопроводов свидетельствуют о том, что перемещение вод в них осуществлялось самотеком.

Водоотведение городов Древней Греции. Для греческих городов был характерен высокий уровень благоустройства и комфорта. Санитарное состояние городских площадей, улиц и дворов обеспечивалось хорошо организованной системой водостоков, обложенных камнем и перекрытых плитами. Так, на Делосе для стока грязной воды из домов полы всех помещений имели легкий наклон в сторону центрального дворика. Здесь вода собиралась в каменный желоб, который отводил ее прямо на улицу. Каждая улица имела свой открытый водосточный канал, оканчивавшийся в море или в озере. В Приене водосточные каналы (0.30-0.40 м глубины и ширины), открытые или закрытые, проходили по всем улицам. Они проходили обычно по самой их середине и иногда были снабжены колодцами для удержания песка.

Многие дома в древней Греции были оснащены уборными (хотя это не было общим правилом жилищного строительства), сток из которых осуществлялся в сточные трубы под улицами. Скорее всего, эти трубы промывались водой. Некоторые из них имели вентиляционные шахты.

Астиномы - специальные должностные лица, функциями которых было следить за санитарным состоянием города, за сохранностью и поддержанием чистоты водопроводов, колодцев, фонтанов, водостоков.

Во времена древних греков был совершен значительный скачок в развитии систем водоснабжения, в особенности снабжения холодной водой. Однако развить их успехи суждено было другим. В 201 году до н. э. под натиском римских легионов пал Карфаген, а четыре года спустя – Македония. Древние греки утратили самостоятельность, а также все свои завоеванные земли на Ближнем Востоке: Ассирию, Иудею, Египет.

2.4. Водоснабжение Древнего Рима.

С VIII по IV в.в. до н.э. снабжение г. Рима осуществлялось из р. Тибр, но в связи с загрязнением реки в IV в. до н. э. было запрещено использовать ее воду в качестве питьевой. В связи с тем, что подземные источники и небольшие речки не могли обеспечить водой всех жителей столицы, водоснабжение Рима с IV в. до н. э. стало осуществляться путем строительства водопроводов, подающих воду из горных источников.

Таблица 1 - Сведения о водопроводах Рима.

№ п/п	Наименование	Год постройки	Кто построил	Длина, км	Количество воды, м ³
1	Аппиев (aqua Appia)	312 г. до н. э.	цензор Аппий Клавдий	16,5	73000
2	Старый Анио (Anio Vetus)	272 г. до н. э.- 270 г. до н. э.	цензор Маний Курий Дентат М. Фульвий Флакк	70	175920
3	Марциев (aqua Marcia)	144 г. до н. э.	претор Кв. Марций Рекс.	91	187600

4	Тепловатый (aqua Tepula)	125 г. до н. э.	цензоры Гней Сервилией Цепи-он Кассий Лонгин Равилла	15	17800
5	Юлиев (aqua Iulia)	33 г. до н. э.	Агриппа		48240
6	Девы (aqua Virgo)	24-23 г. до н. э.	Агриппа		100160
7	Альсиетинский (aqua Alsietina)	2 г. до н. э.	Август		15680
8	Новый Анио (Anio Novus)	38 г. н. э.	Калигула	68	184280
9	Клавдиев (aqua Claudia)	52 г. н. э.	Клавдий	87	189520
10	aqua Traiana		Траян		
11	aqua Alexandrina		Александр Север		

Эти одиннадцать водопроводов давали городу в день 1,5 млн м³ воды. В период расцвета в этом городе проживало от шестисот тысяч до миллиона человек, на каждого из которых приходилось до 600-900 л воды в сутки!

Особенности водоснабжения:

- отсутствие данных относительно потребления воды на нужды производства
- техническое несовершенство водопроводной сети Рима, каждый из главных водопроводов в конце 1 века н. э., подававших в Рим воду, соединялся своей особой системой проложенных под землей труб со своими разбросанными по городу водораспределительными сооружениями - кастеллум. От них к разным центрам потребления воды в свою очередь шли не сообщавшиеся между собой линии подземных труб. В итоге под улицами города перекрещивались, сталкивались, разбегались 988 независимых друг от друга водопроводных сетей!

- жители империи не пользовались кранами для прекращения тока воды. Связано с религиозными культовыми понятиями о воде. Основой культа была энергия, с которой движется вода, предметом почитания в культе источника было вечное и свободное истечение. Всякое преграждение изливающейся воды, задержка ее течения или загрязнение были нарушением этой энергии свободного тока. Римские краны, в тех редких случаях, когда они использовались, были сконструированы так, что лишь сужали струю воды, но никогда не перекрывали ее полностью

- ограничения на проведение воды в частные дома, чтобы провести воду к себе в дом, требовалось специальное разрешение императора, которое давалось определенному лицу лично, прерывалось смертью получившего и не переходило ни по наследству, ни при продаже дома новому владельцу.

- технический надзор за водопроводами находился под постоянным надзором высших магистратов республики – цензоров.

Существование при каждом водораспределительном сооружении независимых водопроводных сетей объяснялось тем, что вода, поступающая в сооружение, была водой разных иерархических уровней и назначений:

- “на общественные нужды” шла в казармы, для общественных работ, в уличные водоразборные колонки и на местные культы.

- “именем Цезаря”, - в публичные бани, в большие парадные бассейны и нимфеи, во все сооружения, подаренные населению императорами и служившие для удовольствия публики и украшения города

- “для частных лиц”, - подавала воду только в частные дома

Агриппа был первым куратором водопроводов; он обучил своих рабов водопроводному делу и смежным отраслям и создал из них специальную «водяную команду», которую завещал Августу; тот передал ее в ведение государства и одновременно приступил к организации «водного ведомства», во главе которого была поставлена комиссия из трех человек.

В конце I в. (со времен Клавдия) «водяная команда» состояла из людей разных специальностей (700 человек). В их ведении находятся водопроводы - сеть всех труб, проложенных по городу, водонапорные башни и фонтаны.

«Водяная команда» включала:

- инженеров-гидравликов, обязанности - постройка водопроводов (каптация источников, установление профиля, проведение каналов под землей или на аркадах, идущих непрерывным рядом часто на протяжении не одного десятка километров, устройство водонапорных башен, прокладка труб, поддержание всей водопроводной системы в хорошем состоянии).

- «завхозов», обязанности - сооружение каналов и присмотр за ними - это техники, ближайшие помощники инженеров

- сторожа при водонапорных башнях — кастеляны,

- инспекторы – «обходчики»,

- мостовщики. Присутствие мостовщиков в «водяной команде» объясняется тем, что по городу под мостовой шла целая сеть свинцовых труб. Право на отведение воды к себе в дом было правом, которое выдавалось лично, прерывалось смертью получившего и не переходило ни по наследству, ни при продаже дома новому владельцу. Поэтому в Риме постоянно прокладывались и снимались трубы: мостовую приходилось разрывать и вновь замащивать.

нивелировщики,

разные мастерские: каменщики; штукатуры (покрывали водонепроницаемым слоем цемента внутреннюю поверхность каналов и производили потребные в каждом отдельном случае штукатурные работы); *plumbarii* (*plumbum* — «свинец») занимались изготовлением, сваркой и починкой свинцовых труб,

простые чернорабочие.

2.5. Акведуки Древнего Рима.

Под акведуком подразумевают сооружение в виде узкого моста или эстакады для переброски воды по пересеченной местности (через реки, овраги, горные долины и т.п.).

Из чистейших горных источников вода самотеком подавалась к городу либо по трубопроводам, либо по каналам. Когда на пути водопровода встречалась глубокая долина, канал в нее не спускали, а удерживали на предшествующем уровне, выводили из-под земли и клали на высокие каменные конструкции, придававшие ему небольшой и равномерный уклон. Строительной основой таких конструкций была бесконечно повторенная арка. Поверх шел канал, отделенный от конструкций карнизом, ниже - арки, еще ниже - зрительно обособленные от арок опоры. Сверху канал покрыт плоскими каменными плитами. Если требовалось удерживать канал водопровода на значительной высоте, то аркады ставились одна на другую в два или даже в три яруса. Так возникли знаменитые римские акведуки - неповторимое явление архитектуры и строительного искусства, техники и культуры

Самый высокий в истории трехъярусный акведук был построен в 18 г. н.э. - древнеримский акведук Пон-дю-Гар, (он поднимается над рекой Гар), близ современного французского города Ним фрагментарно сохранившийся до наших дней, местами возвышался над землей на рекордные 48 м. . Перепад высот в его начале и конце составлял 17 метров. Этот акведук был частью 50-километрового водопровода, ежедневно доставлявшего в Ним 30 тысяч кубометров чистой родниковой воды.

Самым красивым и наиболее мощным из римских акведуков считался «Аква Марциа». Общая протяженность акведука составляла 91,3 км, причем только последние 10 км до Рима водоканал был подземным, в остальной части вода «вышагивала» на каменных ногах аркад, достигающих в иных местах 12-метровой высоты. Только одна аркада, что ближе к Риму, состояла из тысячи арок, собранных из местного долговечного туфа в регулярной квадратной кладке.

2.6. Термы Древнего Рима.

Обязательной принадлежностью каждого особняка были домашние купальни. Однако не все могли иметь собственную баню, и в Риме уже с III в. до н. э. появляются бани общественные. В Риме к концу I в. до н. э. насчитывалось 170 общественных бань; одни из них принадлежали городу, другие - частным владельцам. В IV в. н. э. в Риме имелось около тысячи бань.

Устройство бани.

- аподитерий (от греческого *apodyo* — «снимаю») – раздевальня.

- фригидарий (*frigidus* — «холодный») - Холодная баня - имела бассейн с холодной водой, по ее сторонам расположены ниши со скамьями и стульями

- тепидарий (*tepidus* — «теплый»), - умеренно-теплый зал, комната где никогда не мылись, а только прогревались, иногда даже в одежде, подготавливаясь, таким образом к переходу в жаркую баню, в стенах были проделаны ниши, куда складывали одежду.

- кальдарий, (*calidus* — «горячий») - жаркая баня, имела продолговатый бассейн с горячей водой, в середине – пространство для сухой потовой бани, а в нишах стояли ванны, в которых можно было окатиться холодной водой

- палестра – площадка, обнесенная с трех сторон крытой колоннадой (чаще в больших банях и термах), проводились гимнастические упражнения и игры, чтобы хорошенько пропотеть перед баней.

Ежедневное посещение бани - оно вошло в обычай с I в. н. э. – 1) предписывалось элементарным правилом гигиены, 2) баня принадлежала к числу действенных врачебных средств, и при лечении некоторых болезней без нее нельзя было обойтись, 3) бани были местом встреч и сборищ, веселых игр и спортивных радостей.

Постепенно богачи превращают свои бани в настоящие дворцы, украшают их статуями и колоннами, устраивают искусственные водопады, заказывают дорогие мозаики для полов, стены и бассейны инкрустировали и облицовывали разным мрамором.

Вся эта роскошь меркнет, перед императорскими термами в Риме.

Первые термы в Риме в 24 г. до н. э. выстроил Агриппа, завещавший их в бесплатное пользование римскому населению. Рядом с ними на Марсовом Поле построил 64 г. свои термы Нерон. Недалеко от Неронова Золотого дома находятся термы Тита (75 г.); к северо-востоку от них, почти рядом, были Траяновы термы (110 г.), где в царствование этого императора мылись женщины. Позднее воздвигнуты были термы Каракаллы (217 г.), термы Диоклетиана, (298 г.) и т.д.

Лучше всего сохранились термы Каракаллы, в которых одновременно могло мыться 2500 чел., которые уже в V в. н. э. считались одним из чудес Рима. Они занимали площадь в 11 га. Двор терм Каракаллы имел размеры 400х400 м, центральный комплекс - 150х200 м. Главное здание, самый «банный корпус», лежит в парке, который окружен сплошной линией разных помещений. Вода в термы подавалась из акведука Аква Марция в 64 цистерны, размещенных в два ряда и в два этажа.

Строительство терм Диоклетиана началось в 298 г. Бани площадью более 13 га, центральный комплекс - 200х300 м, построены по плану сходному с термами Каракаллы и Траяна. Сооружения вмещали до 3 тысяч человек, сады были украшены фонтанами и павильонами, на территории также находились библиотека, залы для собраний и спортивных упражнений.

Императоры не только стремились к художественной отделке своих терм, не только облицовывали стены мрамором, покрывали мозаиками полы и ставили великолепные колонны: они систематически собирали здесь произведения искусства. В термах Каракаллы стояли когда-то Фарнезский бык, статуи Флоры и Геркулеса, торс Аполлона Бельведерского (не считая множества других менее значительных статуй). Сюда приходили не только смыть грязь, здесь отдыхали. Особенное значение имели термы для бедняков. Недаром один из современных ученых назвал термы лучшим подарком, который императоры сделали римскому населению.

2.7. Водоотведение Древнего Рима.

Водоотводящая система Рима представляла собой крупнейший гидротехнический комплекс, стержнем которого была основная водоотводящая артерия Клоака максима (лат. *Cloaca Maxima*). Начал ее строить в VII-VI в. до н. э. этрусский гидротехник Тарквинус Спербус. Клоака максима представляла собой водоотводной канал для осушения заболоченной низменности между Палатинским и Капитолийским холмами. Стены и свод канала были выложены из габийского камня, два метра в длину и метр в ширину, цемент при строительстве не применялся. Шириной канал был 3 метра, а высотой более 4-х. Длина канала приблизительно 800 метров. Холмистый рельеф позволил построить канализацию с уклоном, но уклон получился небольшим. Воды сбрасывались в реку Тибр. Клоака максима частично просуществовала вплоть до 1900 г.

Изначально Клоака максима была открытым каналом. Позже появились деревянные настилы, а ещё позже каменные своды. Окончательно её закрыли при императоре Августе. По мере развития города, развивалась и его канализационная сеть. Сооружались новые водостоки, часть из которых направлялась сразу в Тибр, а часть примыкали к Клоака максима.

В имперскую эпоху Рима при желании вывести из своего дома трубы для сброса сточных вод и присоединить их к общественным клоакам, граждане платили специальный налог -

cloacarium. Уже тогда в Риме в частных домах на первых этажах, нередко оборудовались клозеты, омываемые водой.

Канализация обслуживала и общественные уборные, которых в Риме в 315 г. н. э. было 144. История канализации хранит сведения о роскошных уборных (фриках). Судя по тому, как располагались здесь сиденья, посещения этих заведений было одно из форм досуга горожан и отправления нужды перемежалось беседой с приятными сердцу людьми. Каменные сиденья образовывали круг - как в амфитеатре. Места хватало для 20-50 человек - например, в термах Адриана в Ливии они спроектированы на 50 человек, с богатой декоративной мозаикой на полу и фонтанами. Посещение таких фриков было по карману только очень состоятельным гражданам. В Риме впервые в мире были открыты платные общественные уборные.

После гибели Рима в 4 в. в Европе начался средне вековой период застоя и опустения, были забыты многие достижения греческой и римской культуры, а произведение Витрувия было прочитано и комментировалось только через полторы тысячи лет. Ирригационные системы во многих странах Европы приходили в упадок, водопроводы оказались разрушенными. Загрязненная вода вызывала опустошительные эпидемии в грязных вонючих средневековых городах, откуда они распространялись на сельскую местность. Вымирали целые города и районы.

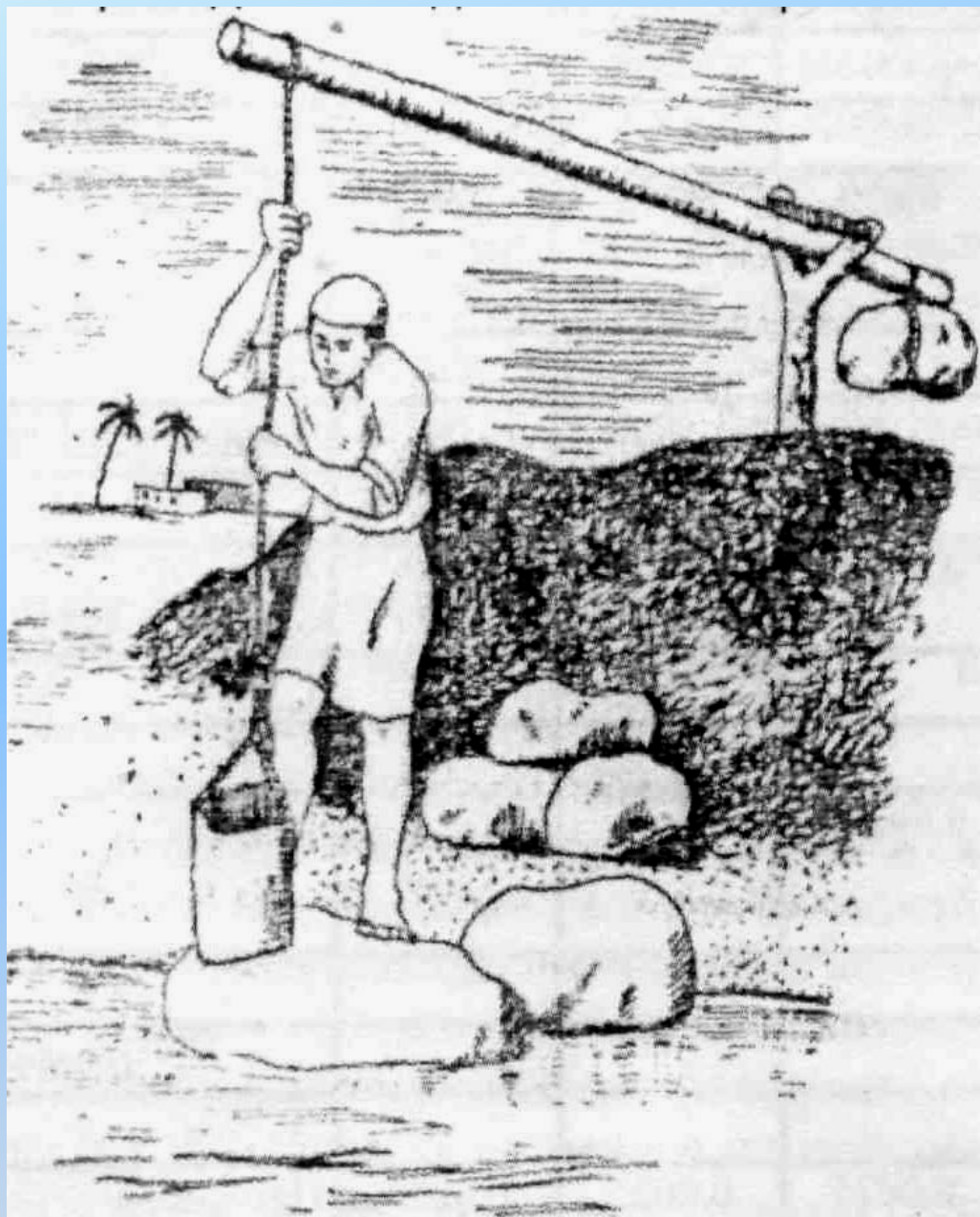


Рисунок 1 - Шадуф



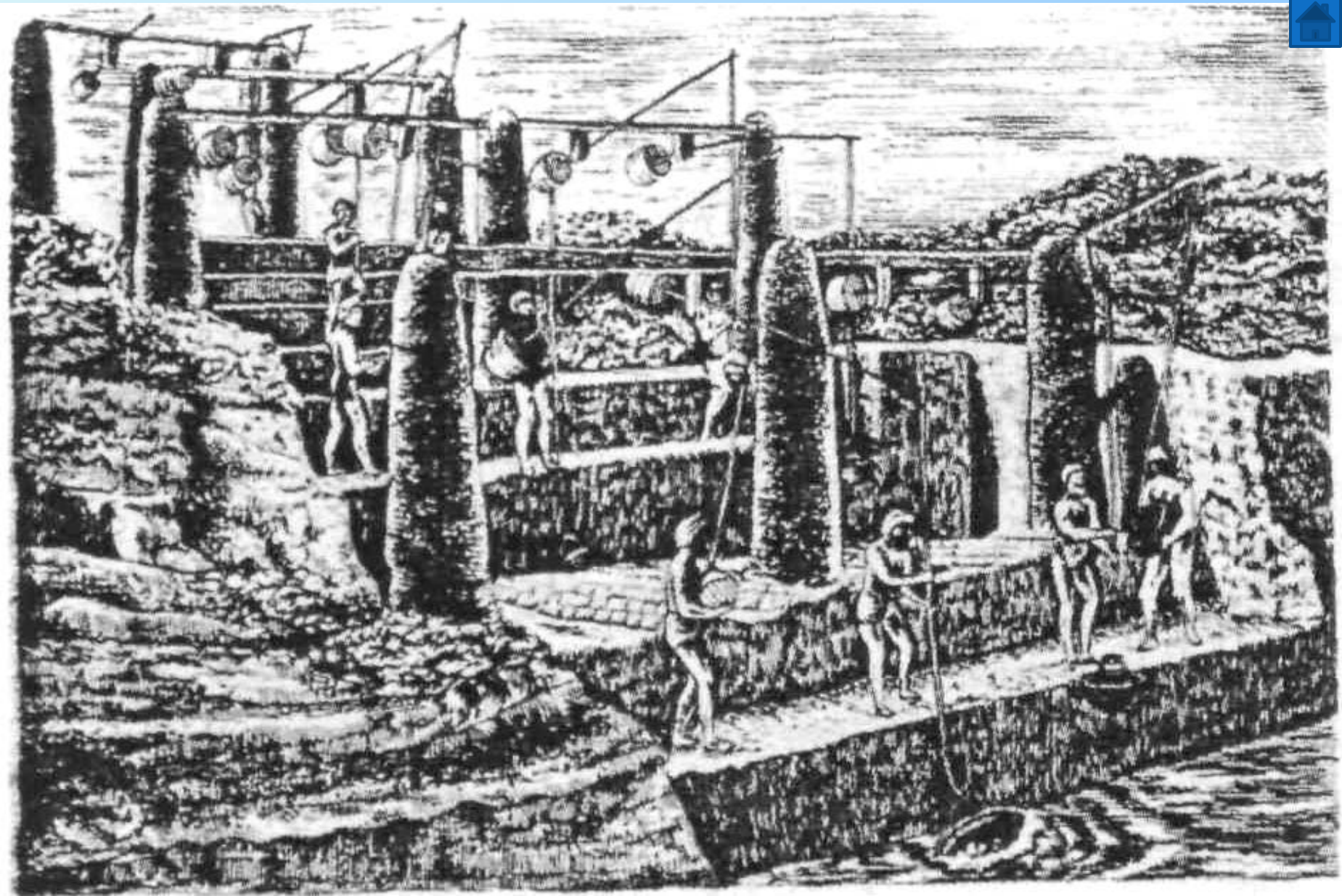


Рисунок 2 - Система шадуфов древних египтян



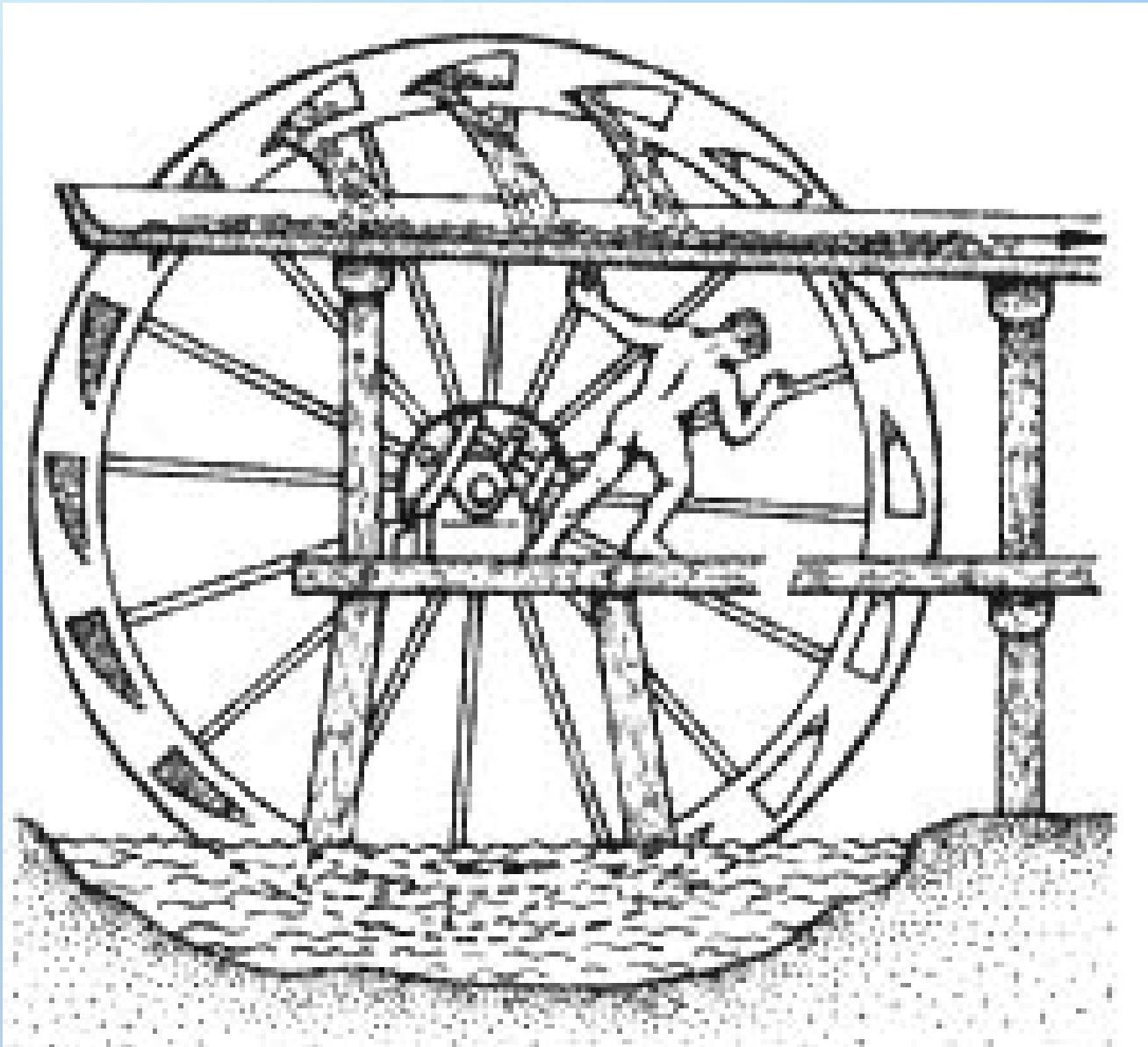


Рисунок 3 - Колесо с ручным приводом



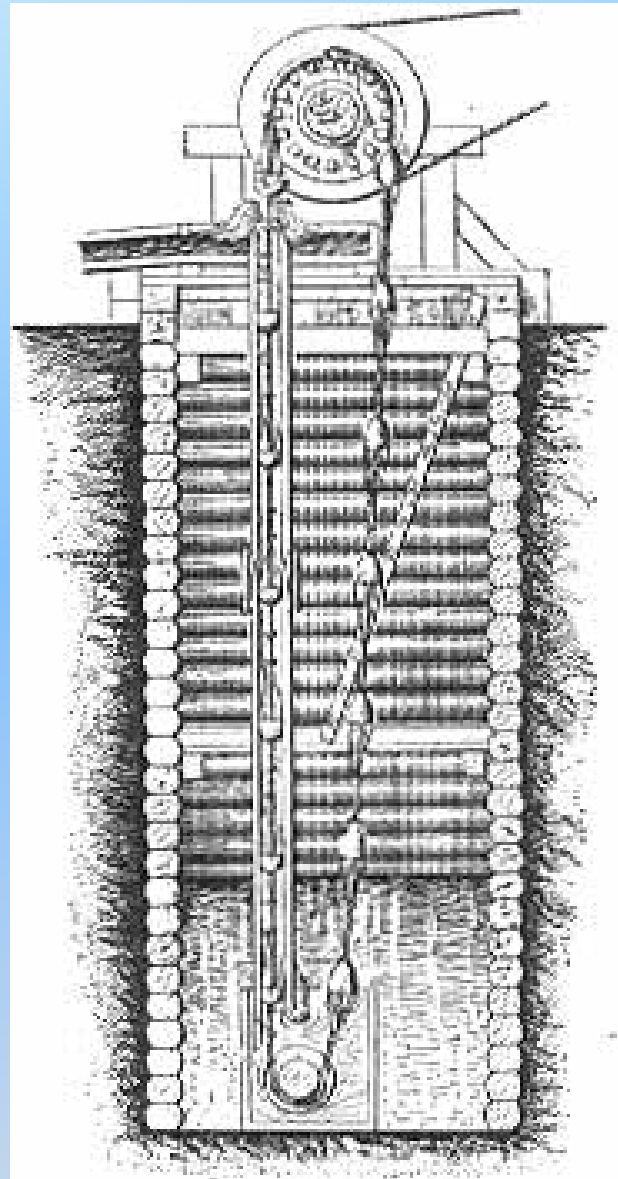


Рисунок 4 - Нория





Рисунок 5 - Древний колодец и бассейн купальни города Мохенджо-Даро



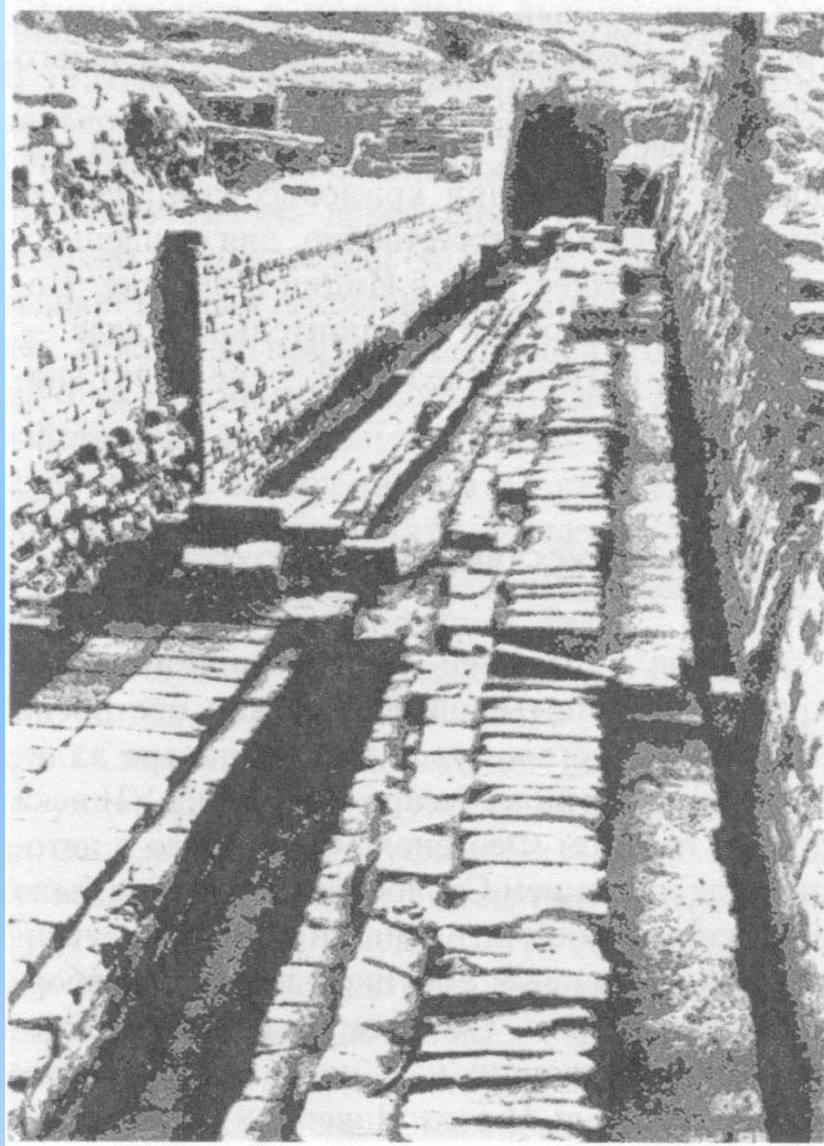


Рисунок 6 - Уличная канализационная система
Мохенджо-Даро





Рисунок 7 - Источник Геона





Вид на Северный дворец



Рисунок 8 - Крепость Масада



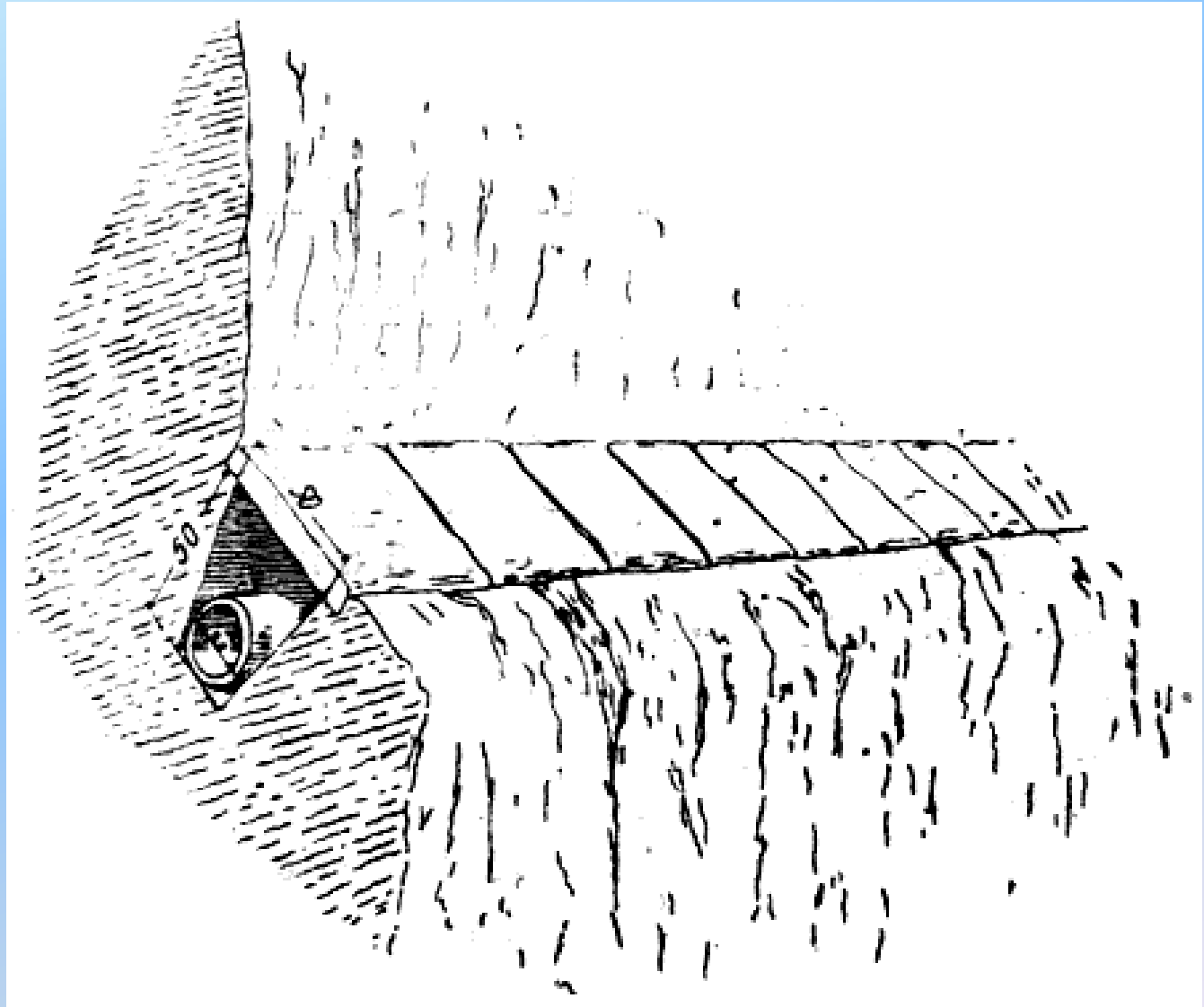


Рисунок 10 - Трубопровод г. Приены



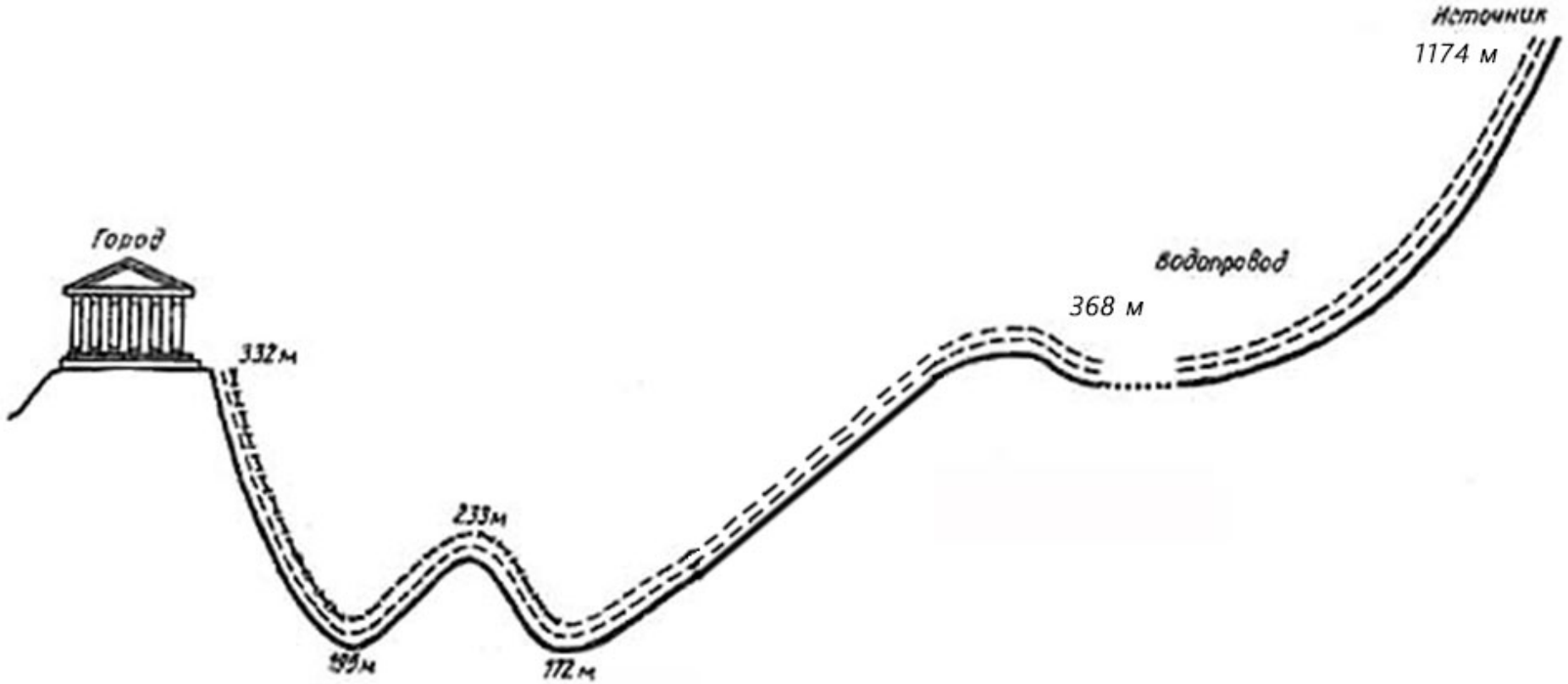


Рисунок 11 - Схема пергамского водопровода



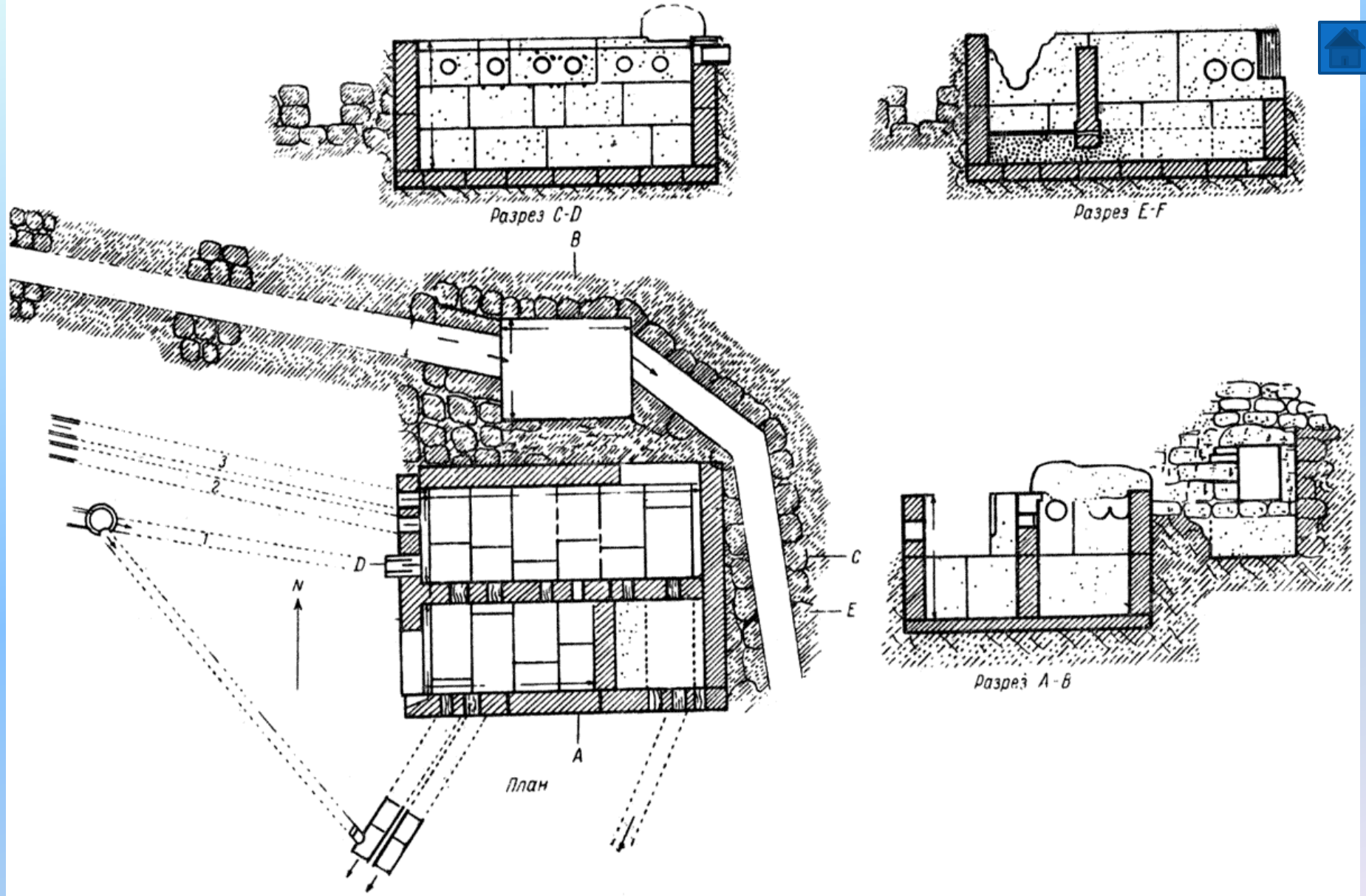


Рисунок 12 - Водопроводный резервуар
г. Пергамы



8. SYNTAGMA Station. Part of the "Peisistratean" pipeline.

Рисунок 13 - Фрагмент водопровода «Писистриан»
конец VI века до н.э.- начало V века до н.э.





Рисунок 14 - Три секции «Писистриана»
1-ая половина V века до н.э.



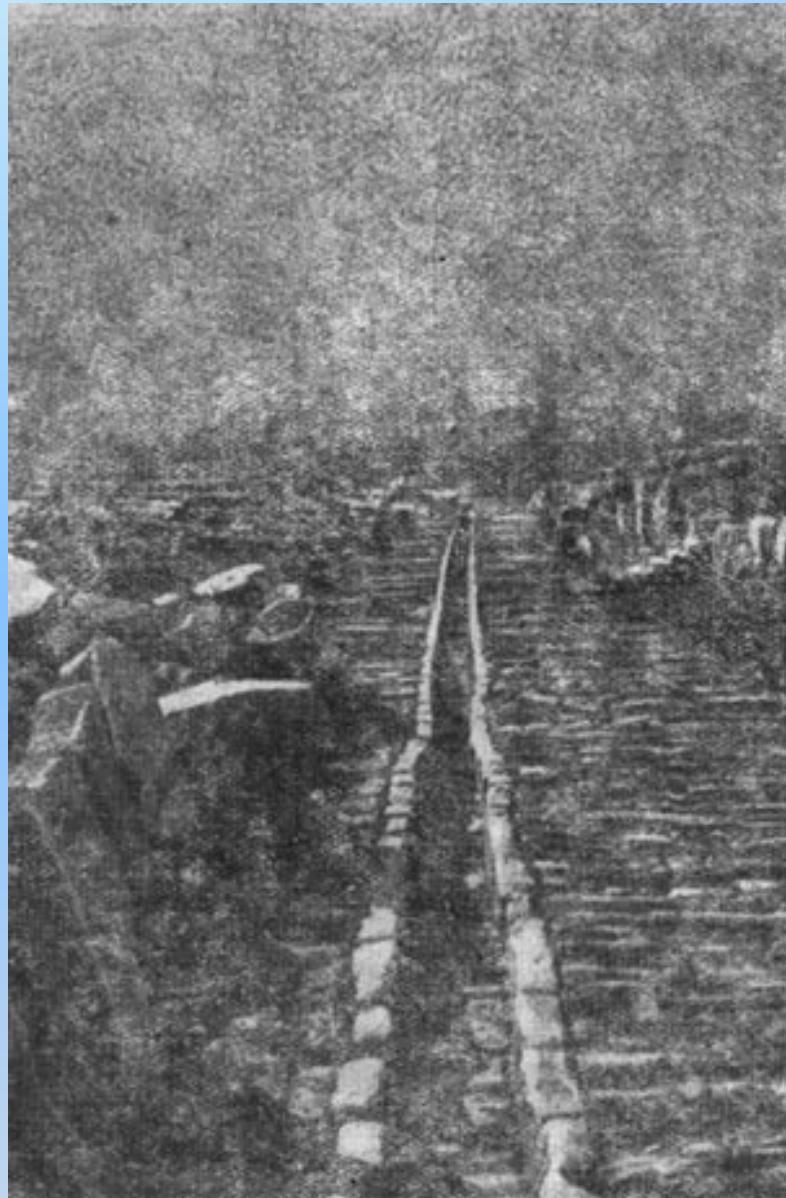


Рисунок 15 - Водосточный канал г. Приены



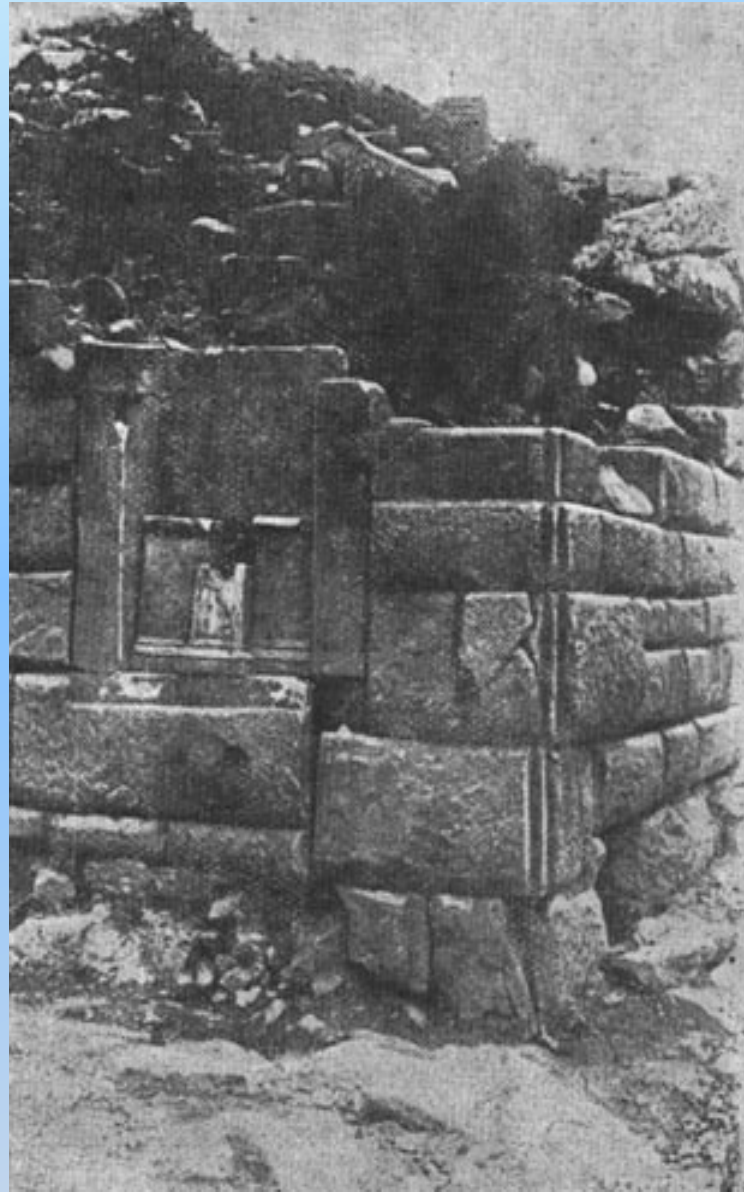


Рисунок 16 - Сточный колодец г. Приены



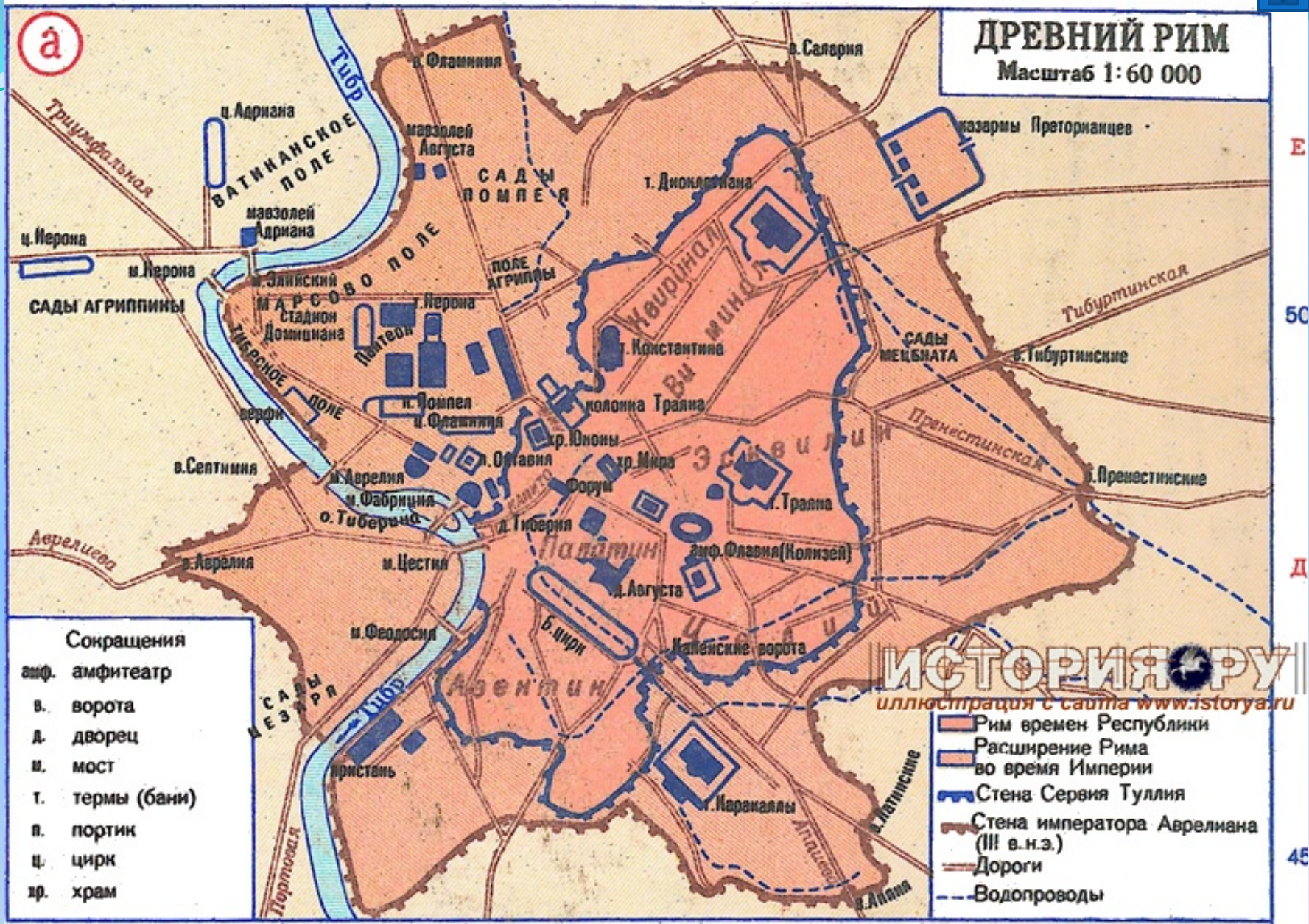


Рисунок 17 - Древний Рим

Таблица 1. Сведение о водопроводах Древнего Рима.



№п/п	Наименование	Год постройки	Кто построил	Длина, км	Количество воды, м ³
1	Аппиев (aqua Appia)	312 г. до н. з.	цензор Аппий Клавдий	16,5	73000
2	Старый Анио (Anio Vetus)	272 г. до н. э.- 270 г. до н. э.	цензор Маний Курий Дентат М. Фульвий Флакк	70	175920
3	Марциев (aqua Marcia)	144 г. до н. э.	претор Кв. Марций Рекс.	91	187600
4	Тепловатый (aqua Tepula)	125 г. до н. э.	цензоры Гней Сервилией Цепион Кассий Лонгин Равилла	15	17800
5	Юлиев (aqua Iulia)	33 г. до н. э.	Агриппа		48240
6	Девы (aqua Virgo)	24-23 г. до н. э.	Агриппа		100160
7	Альсиетинский (aqua Alsietina)	2 г до н. э.	Август		15680
8	Новый Анио (Anio Novus)	38 г. н. э.	Калигула	68	184280
9	Клавдиев (aqua Claudia)	52 г. н. э.	Клавдий	87	189520
10	aqua Traiana		Траян		
11	aqua Alexandrina		Александр Север		



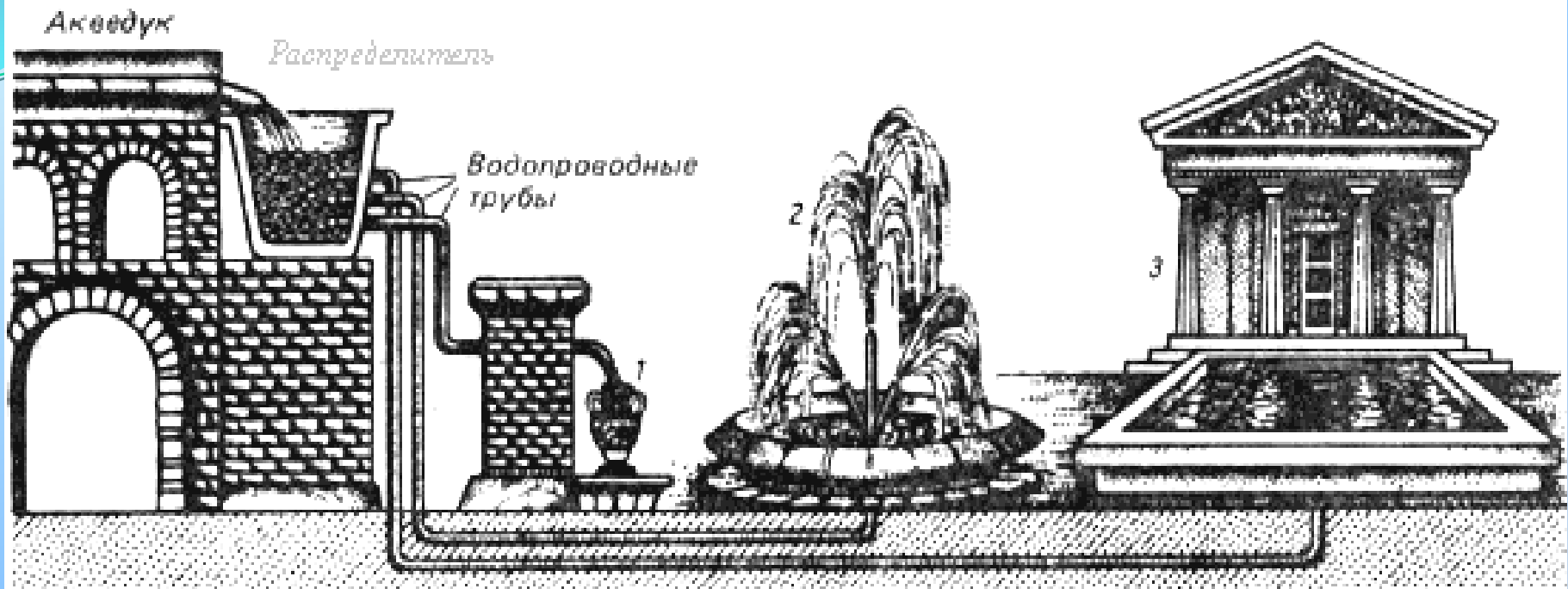


Рисунок 18 - Акведук. Схема распределения воды между городскими потребителями в соответствии с уровнем воды: для общественных источников (1 – непрерывное снабжение), для общественных купален и фонтанов (2 – при удовлетворении потребностей 1), для частных нужд (3 – только при полном уровне воды).





Рисунок 19 - Мост-акведук Пон-дю-Гар





Рисунок 20 - Акведук в Риме





Рисунок 21 - Акведук в Сеговии, Испания





Устройство римской бани

- аподитерий – раздевальня;
- фригидарий - холодная баня;
- тепидарий - умеренно-теплый зал;
- кальдарий - жаркая баня;
- палестра – площадка, обнесённая с трёх сторон крытой колоннадой.



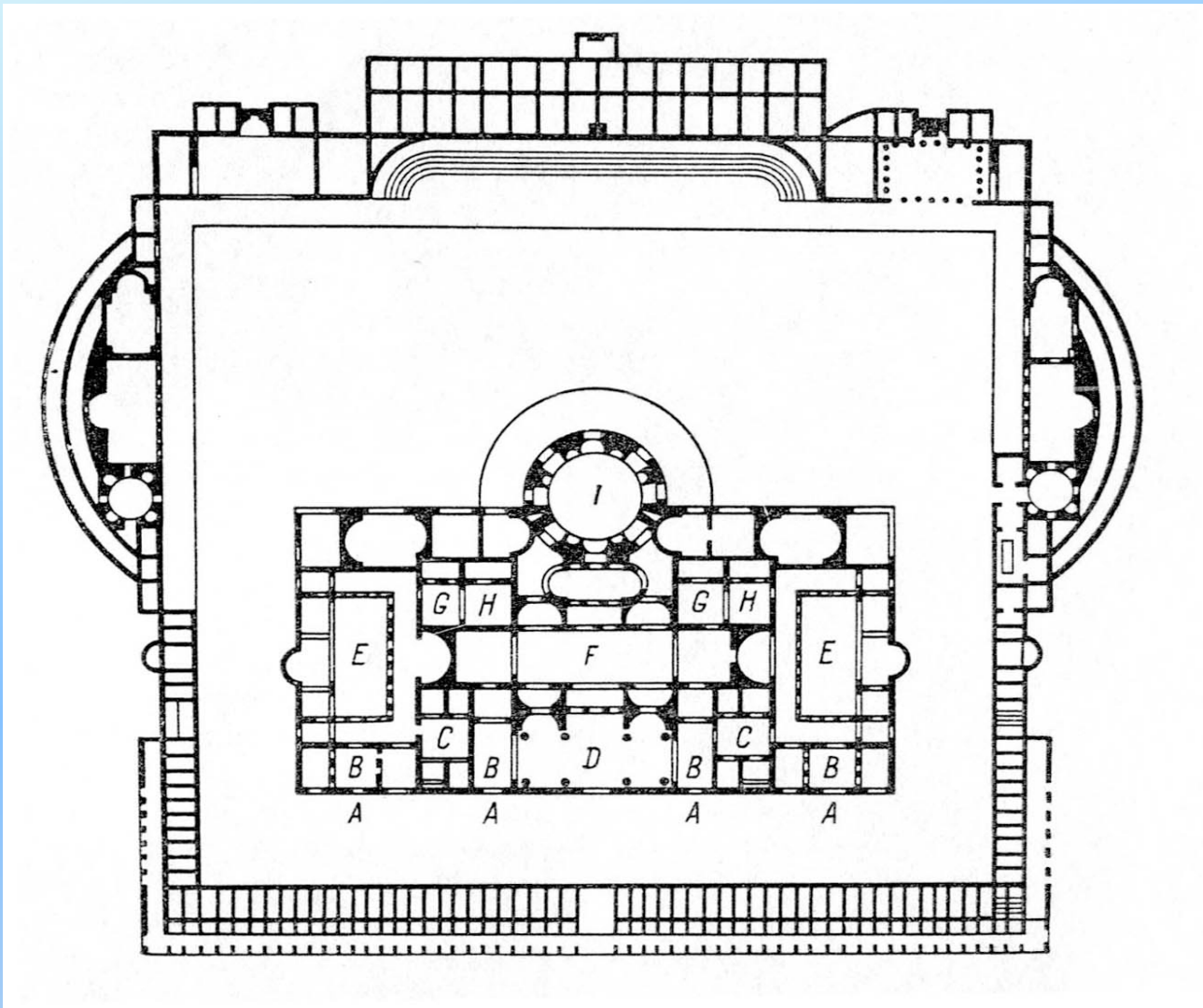


Рисунок 22 - Термы Каракаллы, план.

А- входы, В – прихожие, С – аподитерии, D - фригидарий, Е – палестры, F– большая зала, а за ней тепидарий, G - прогрев в сухом воздухе, H – топки, I – кальдарий,





Рисунок 23 - Термы Каракаллы



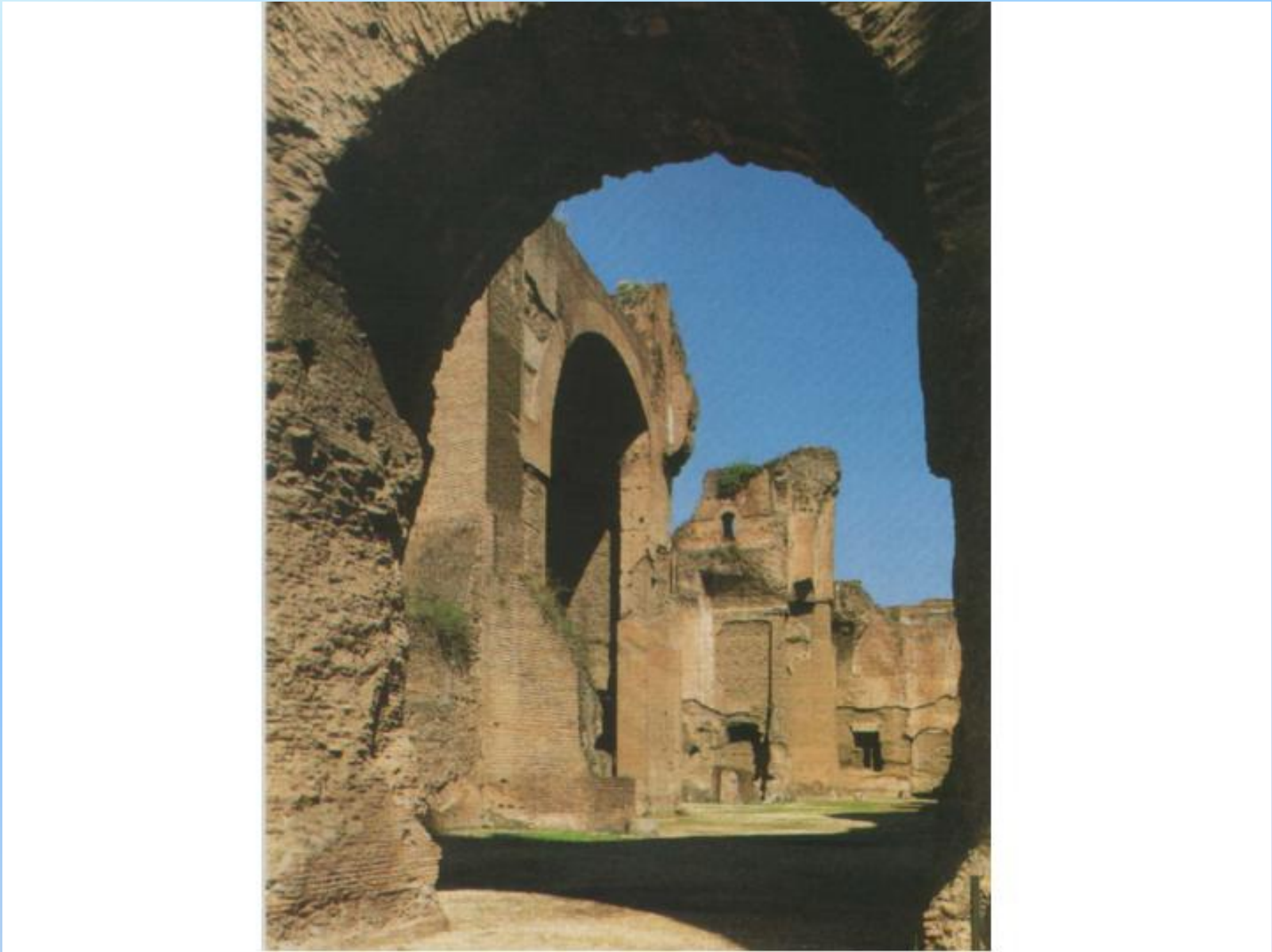


Рисунок 24 - Термы Каракаллы



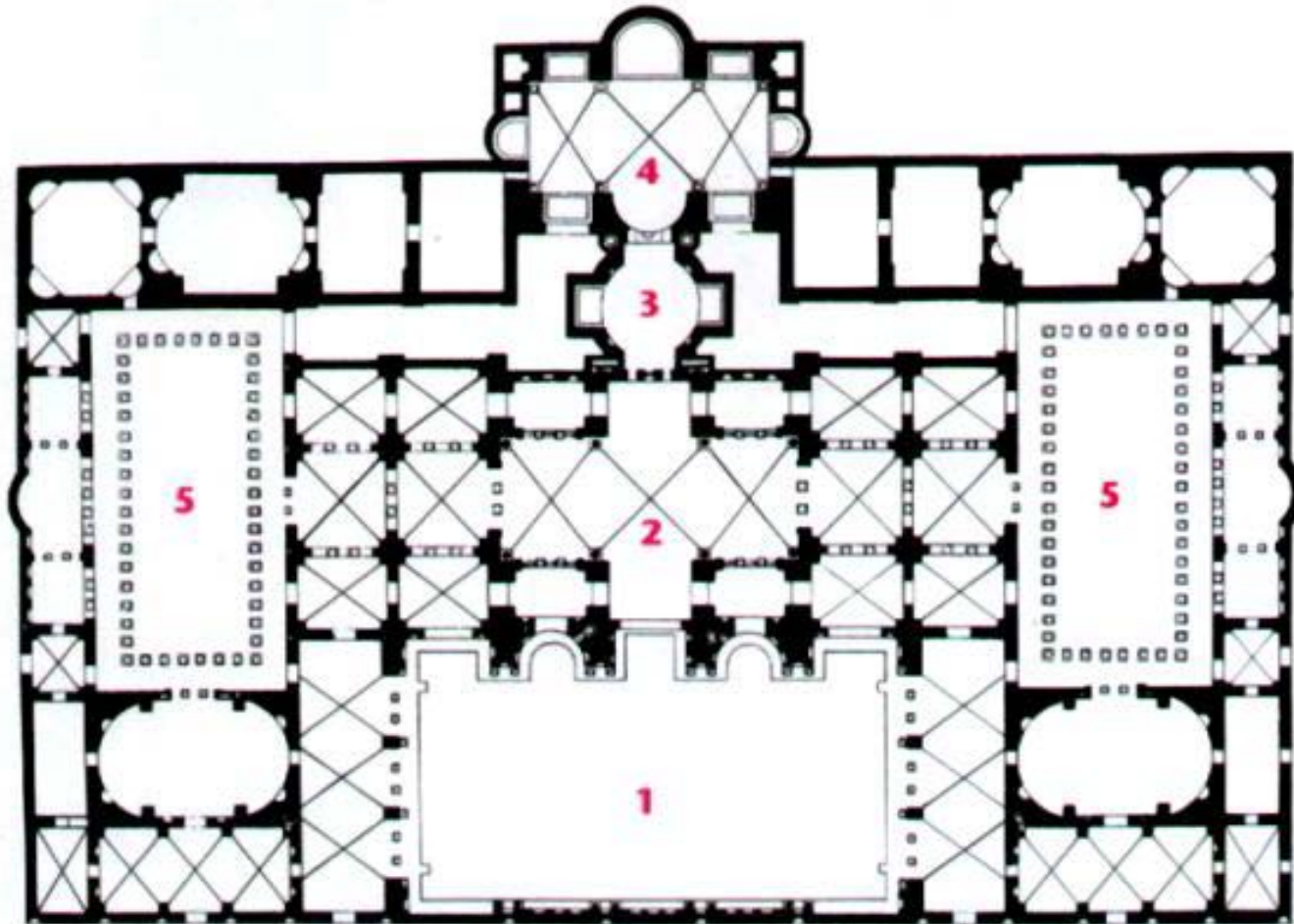


Рисунок 25 - Термы Диоклетиана, план

1- плавательный бассейн, 2 – фригидарий,
3 – тепидарий, 4 – калдарий, 5 - палестра





Рисунок 26 - Термы Диоклетиана. Главный зал тепидария Микеланджело в 1563 г. превратил в церковь

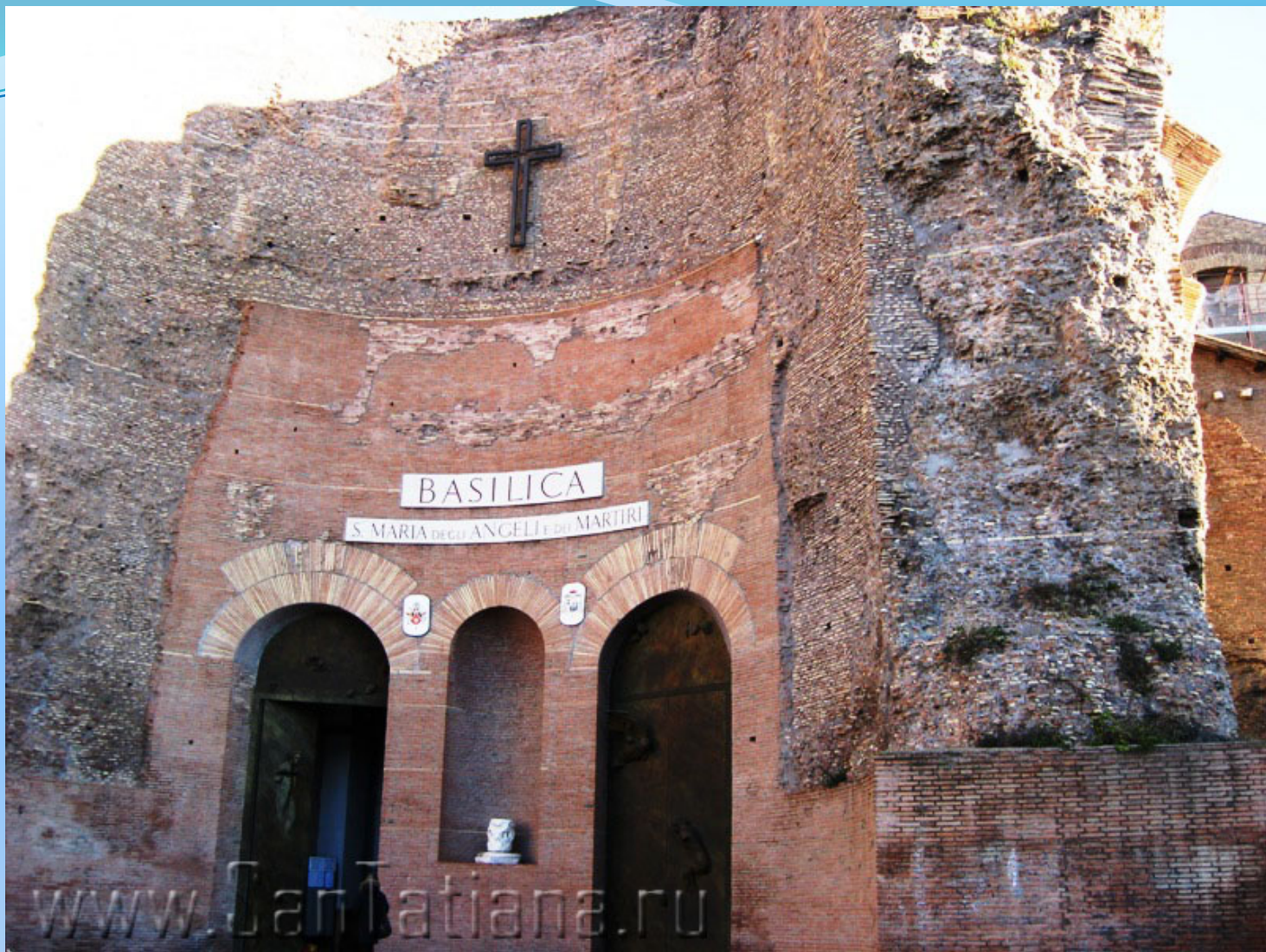


Рисунок 28 - Термы Диоклетиана.
Базилика Santa Maria degli Angeli



Рисунок 29 - Термы Диоклетиана.
Национальный римский музей или Музей терм



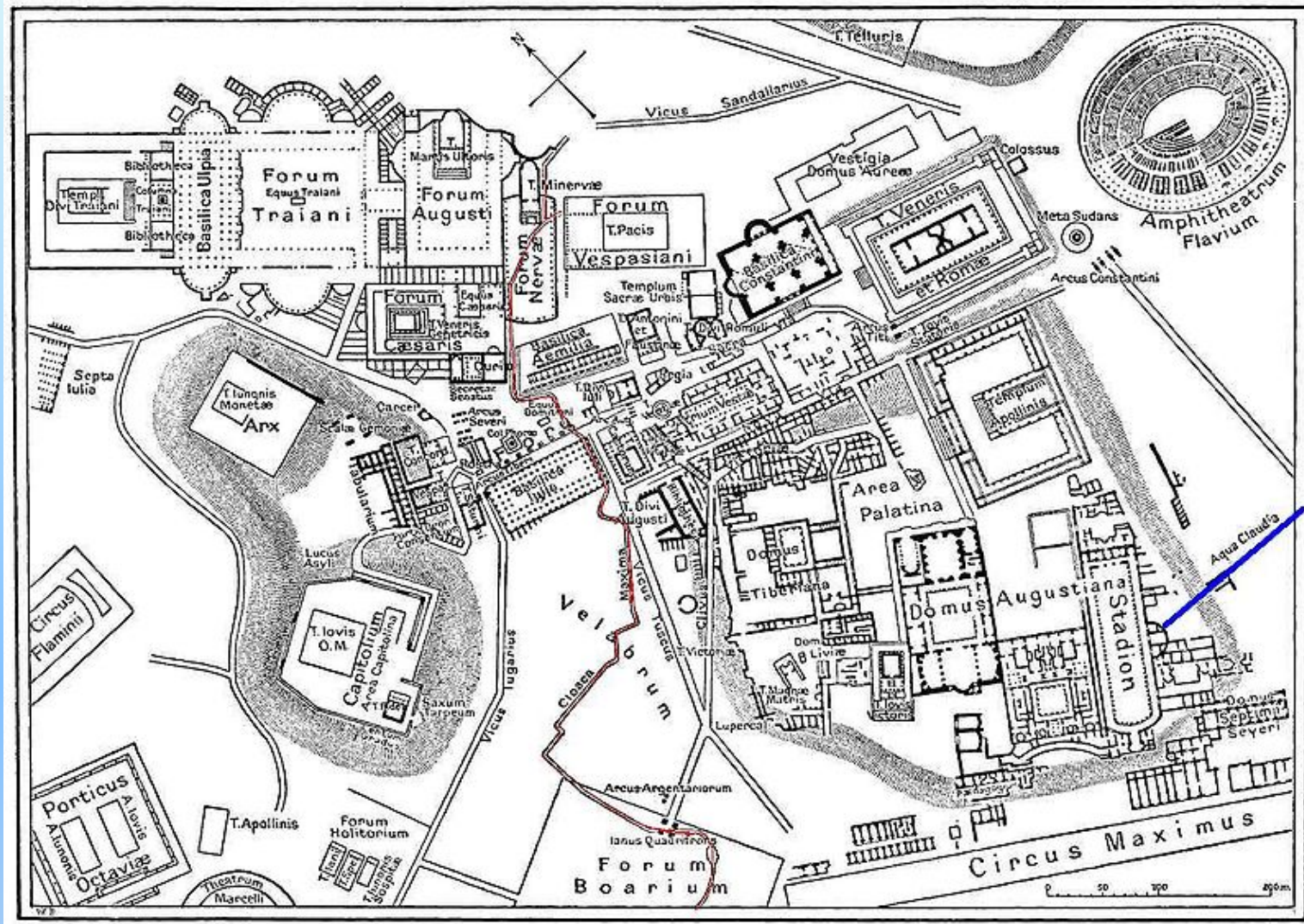


Рисунок 30 - Cloaca Maxima

Водоотводной канал для осушения заболоченной низменности между Палатинским и Капитолийским холмами. Была создана при пятом царе Древнего Рима Луции Тарквинии Приске (правил с 616 по 579 г. до н.э.).

Рисунок 31 - Cloaca Maxima - самая знаменитая канализационная система в мире.



В настоящее время находится в достаточно хорошем состоянии, ее устье, образующие полукруглую арку в стене набережной около пяти метров в диаметре, и сейчас можно увидеть в исторической части Рима.





Рисунок 32 - Общественный туалет в термах Адриана в Ливии





ТЕМА 3

Водоснабжение и водоотведение городов Европы в Средние века

- 3.1. Водоснабжение городов Европы в Средние века.
- 3.2. Водоотведение городов Европы в Средние века.

ТЕМА 3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ГОРОДОВ ЕВРОПЫ В СРЕДНИЕ ВЕКА

3.1. Водоснабжение городов Европы в Средние века.

3.2. Водоотведение городов Европы в Средние века.

3.1 Водоснабжение городов Европы в Средние века.

В средние века наблюдается упадок и деградация водоснабжения:

1) Распад и завоевание варварами Римской империи. Одни акведуки были заброшены и пришли в негодность без должного ухода, другие – оказались полностью разрушены.

2) Смена религиозных представлений. Ранние христиане отвергали все, что было связано с язычеством, включая, разумеется, и римские традиции чистоты.

Когда Рим пал, жители его рассеялись, а на развалинах империи стали хозяйничать пришедшие с востока варвары, – тогда перестали действовать и водопроводы. Рим, который раньше насчитывал сотни тысяч жителей, в VII в. имел их едва ли 35 тыс. Тибр, с уменьшением народонаселения, сделался, вероятно, чище; из него опять начали брать воду для питья и пищи, а гигиенические и культурные навыки классических народов позабылись.

Ранние христиане предпочитали антисанитарию, чтобы быть «чистым духом», а материальные блага считали греховными. Во времена короля Ричарда Львиное Сердце (1157-1199) домашние ванны или общественные бани считались синонимами распущенности и непристойности. Неудивительно, что при таком отношении к водным процедурам прогресса в развитии водопроводного дела практически не было.

Вообще снабжение водой в городах Европе было примитивным. Во дворах выкапывали колодцы, а также собирали дождевую влагу в специальные цистерны, расположенные на чердаках, или брали воду в городских фонтанах. Канализация отсутствовала. Грязную воду и нечистоты сливали в специальные ямы, которые время от времени очищали. Следствием этого становились разрушительные эпидемии черной чумы, опустошавшие города и страны Европы.

В Средней Европе централизованные водопроводы начали строить в XII в. Первый самотечный водопровод в Европе был построен в Париже, а в XIII в. - в Лондоне.

В самом Париже общественные бассейны были сооружены по приказу короля Филиппа Августа в XII веке. В начале XVI века существовало всего 12 водоемов в самом городе и 5 – за его стенами. Также парижане рыли колодцы или же черпали воду прямо из Сены. Также воду из общественных фонтанов или из реки разносили по домам водоносы. Эта профессия существовала в Париже до 1910 г. В Париже в 14-16 в.в. вода стала большой ценностью. На весь город имелось сорок колодцев и около сорока фонтанов.

Развитие торговли и промышленности сопровождалось быстрым ростом городов, что требовало решения новых задач по их водоснабжению, в частности, путем сооружения крупных насосных установок.

Некоторые города Германии уже к 1500 г. располагали крупными водонасосными станциями. В 1550 г. в Аугсбурге существовала очень сложная система городского водоснабжения. Установка приводилась в движение водяными колесами, подававшими воду через совокупность архимедовых винтов на водонапорную башню, откуда вода распределялась по трубопроводам. Водоснабжение Лондона осуществлялось в Средние века приливной мельницей, сооруженной у Лондонского моста в 1582 г. немецким инженером Питером Морисом.

В Париже в 1608 г, во времена Генриха IV Наварского (1553-1610), на Новом мосту был сооружен первый гидравлический насос, целиком из дерева, дававший 700 м³/сут. Но все же водоснабжение растущего населения Парижа было явно недостаточным: парижане тех лет располагали всего одним литром питьевой воды на человека!

3.2. Водоотведение городов Европы в Средние века.

Общий упадок искусства и науки, произошедший в период раннего Средневековья после крушения Римской империи, затронул и культуру водопользования.

В Средние века почти все города Центральной и Западной Европы буквально утопали в грязи. Канализация отсутствовала. Улицы были не мощеными, в ухабах, постоянно покрытыми грязью и нечистотами.

Так, средневековый Париж XII века был настолько погружен в грязь, что жители, вынужденные покинуть свои дома, совершали это только верхом на лошади или в высоких сапогах. При минимальном потреблении воды не было необходимости и в системах канализации. Отвод грязной воды и нечистот не был обеспечен, они выливались прямо из окон, причем выливавшему, дабы не окатить прохожих, предварительно полагалось три раза прокричать "*Осторожно, вода!*". В 1270 году был издан закон, под угрозой штрафа запрещающий "выливать помой и нечистоты из верхних окон домов, дабы не облить оным проходящих внизу людей".

Богатые владельцы замков могли позволить себе специальные помещения для отправления естественных надобностей, именовавшиеся в Англии гардеробами. Они имели наклонный желоб для сброса испражнений, либо же сами приметно выступали из стены, так что извергнутое, не касаясь каменной кладки, могло совершать вертикальное падение.

Другой распространенный способ рыть ямы для нечистот под домами. Глубина ям могла достигать до 12 м. Чистка ям происходила очень редко.

Как известно, средневековые города и крепости окружались стенами - для защиты от нападений неприятеля. Стены окружались рвами с водой - это была еще одна степень защиты. В этот же ров отводили каналы от выгребных ям, а, кроме того, нужду справляли и в эркерах замка, метясь прямо в ров. Так защитные функции рва удачно сочетались с санитарными.

Водосточные каналы в крупных городах Европы появились лишь в XIV-XV веках. Однако сточные каналы быстро переполнялись, помой и отходы жизнедеятельности людей заливали улицы и рыночные площади, загрязняли колодцы с питьевой водой, что приводило к возникновению эпидемий чумы и оспы, вследствие которых вскоре заболевал, а то и вымирал весь город.

К XIV веку содержание улиц в порядке и чистоте становится постоянной заботой городских властей. Лондонская канализация 14 века представляла собой каналы для стока нечистот, проложенные с небольшим уклоном к Темзе, уносящей стоки в море. В конце 1500-го года король Генрих VIII издал указ, обязывающий домовладельцев чистить участки сточных канав около их домов. Кроме этого, король создал Комиссию по Стокам, призванную обеспечивать выполнение этих правил.



Рисунок 1 - Купание феодала





Рисунок 2 - Общественная баня в Средние века



Рисунок 3 - Приготовление для купания





Рисунок 4 - Удаление нечистот в средневековом городе





Рисунок 5 - Уборная в средневековом замке





Рисунок 6 - Мальборг. Башня Гданиско



ТЕМА 4



Водоснабжение и водоотведение городов Европы в XVIII-XIX веках

- 4.1. Водоснабжение Парижа в XVIII-XIX веках.
- 4.2. Водоотведение Парижа в XVIII-XIX веках.
- 4.3. История Лондонской канализации XVIII-XIX веков.

ТЕМА 4. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ГОРОДОВ ЕВРОПЫ В XVIII-XIX ВЕКАХ.

- 4.1. Водоснабжение Парижа в XVIII-XIX веках.
- 4.2. Водоотведение Парижа в XVIII-XIX веках.
- 4.3. История Лондонской канализации XVIII-XIX века.

4.1. Водоснабжение Парижа в XVIII-XIX веках.

В Париже в начале XVII столетия парижане располагали всего одним литром питьевой воды на человека!

В середине XVIII века в Париже насчитывалось 500 000 жителей, которые имели всего 5 л/сут на одного жителя. Только в 1781 г. была создана акционерная компания "Компания парижских вод", которая начала строить систему централизованного водоснабжения. Воду из Сены при помощи паровых насосов поднимали до отстойников, затем распределяли по городу при помощи подземной системы трубопроводов в жилые дома и платные водоразборные колонки. В результате всех этих усилий норма воды на одного парижанина составила 14 л/сут.

Только в эпоху Наполеона III (1852-1870) было предпринято строительство первого современного водопровода и очистных сооружений. Его эксплуатация началась в 1853 г.

Связано строительство было с именем барона Жоржа Османа (префектом департамента Сены), который решил разрушить Париж, чтобы выстроить его заново (проложить широкие проспекты и бульвары и создать газовое освещение). Инженеру Эжену Бельгранду было поручено воспользоваться крупными строительными работами для одновременной прокладки двойной подземной сети для питьевой и грязной воды.

Префект Осман принял также решение использовать не загрязненную воду Сены, а воду из подземных источников. Были пробиты артезианские скважины глубиной до 500 м, позволивших получать очень чистую воду, но в количествах, недостаточных для снабжения 1 700 000 жителей столицы.

Поэтому пришлось строить акведуки, которые подавали воду из рек, расположенных за пределами Парижа. Два первых крупных акведука из притоков Марны и Ионы, построенные в период 1863-1874 г, подавали воду в водохранилища Парижа, а из них распределялись по городу. Три других акведука поменьше были построены между 1890 и 1925 гг. К 1910 г. каждый житель Парижа получал по 250 литров воды в сутки. Эти пять акведуков и сегодня продолжают поставлять половину питьевой воды Парижа. Это вода из источников, не требующая никакой очистки.

Другая половина воды поставляется семью водоочистными предприятиями, через которую проходит вода из Сены, Марны и Уазы.

4.2. Водоотведение Парижа в XVIII-XIX веках.

С шестнадцатого века Париж стоял на выгребных ямах, они источали миазмы и зловоние. Содержимое выгребных ям просачивалось в землю, заражая питьевую воду в колодцах, а воздух дымился от гнилых испарений.

С XVI века вплоть до XIX вдоль улиц Парижа протянулись сточные канавы, которые постоянно переполнялись, и их содержимое разливалось по улицам. Из канав нечистоты стекали в Сену.

Только во времена правления Наполеон III (1852-1870) проблема уничтожения отходов стала первоочередной. В 1850-1860-е годы была проложена подземная сеть трубопроводов для сточной воды. Для удаления нечистот из домов использовалась вода. В канализационных туннелях была обеспечена вентиляция. К 1878 г. длина канализационных коллекторов была 600 км.

Канализация стала символом и вместилищем прогресса. По ее туннелям сначала проложили трубы, затем телеграфные и телефонные провода, пневматическую почту, а со временем электропроводку, регулирующую работу светофоров. Первые экскурсии по канализационным туннелям состоялись во время Всемирной выставки 1867 год.

Впрочем, отходы никуда не могли исчезнуть, только борьба с ними переместилась в пригороды. Еще в 1870-х годах содержимое разросшейся канализационной системы по-прежнему сбрасывалось в Сену. Хуже всего было в районах Клиши и Сен-Дени, мимо которых ежедневно проплывало 450 тонн неочищенной, бурлящей от газов массы. К лету 1880 года, люди, измученные отвратительными испарениями реки, подняли шум в прессе и потребовали прекратить сброс неочищенных отходов в Сену. Клоаку в Клиши закрыли в 1899 году. К 1910 году для очистки сточных вод стали использовать септические емкости.

4.3. История Лондонской канализации XVIII-XIX века.

С развитием водопровода и ростом городского населения интенсивное строительство канализации началось в Европе лишь в XIX веке. При строительстве ставятся задачи: во-первых, централизованного отвода большого количества образующихся сточных вод, во-вторых, очистки этих стоков перед их сбросом в водоемы, т.к. без очистки стоки сильно загрязняли водоисточники, из которых забиралась вода для водоснабжения.

Наибольший объем строительства канализации получило в Англии.

В начале XVIII века в Лондоне почти в каждом доме под полом была выгребная яма. Когда выгребные ямы переполнялись, их содержимое отводилось по примитивным дренажным трубам в полуоткрытую сточную канаву, проложенную посередине улицы. Жидкость из выгребных ям часто размывала фундаменты, стены и полы жилых домов. Дренажные трубы засорялись, при этом нечистоты разливались под домом и загрязняли колодцы, резервуары с питьевой водой и водопроводы. При засорении дренажных труб и при переполнении выгребных ям их чистка производилась вручную.

Комиссия по стокам, созданная еще в конце 1500 года, на протяжении более 250 лет боролась с антисанитарными условиями и с пренебрежением людей выполнять определенные правила санитарии. Величайший реформатор санитарии Эдвин Чэдуик также боролся с этими ужасными условиями. Он разработал Закон об Общественном Здравии. Он предлагал систему отвода нечистот путем растворения их в воде, которой затем можно удобрять землю. Комиссия по стокам также утверждала, что очистка выгребных ям теперь невыгодное дело.

После того как была принята концепция использования воды в качестве среды, уносящей нечистоты, лондонская Комиссия по Стокам приняла решение проложить по всему городу большие сточные коллекторы яйцеобразного сечения, в которые входили бы индивидуальные сточные трубы от жилых и общественных зданий. Лучшими были признаны глиняные трубы глазированные изнутри. Определение диаметров труб исходило из нормы потребления воды на человека 25 галлонов (113,5 л).

В 1844 г. началось сооружение закрытых центральных коллекторов, хотя уничтожение выгребных ям тогда еще не планировалось. Однако присоединение домов к городской канализации не происходило гладко: многие домовладельцы отказывались платить за новую систему канализацию, также происходили засоры на сточных трубах от жилых домов по причине неправильной прокладки труб, неверно выбранной глубины, наличия обратных уклонов.

Проблема создания общегородской канализации стала актуальной после эпидемии холеры в 1849 году. Паника среди населения привела к тому, что "все запасы труб в гончарных мастерских были раскуплены начисто". Комиссия сочла необходимым взять на себя руководство работой по массовой замене выгребных ям канализационными трубами. Сброс сточных вод осуществлялся в р. Темза.

Летом 1858 года в истории Лондона произошел кризис под именем Великого смрада (The Great Stink). Канализация протекла в Темзу и с приливом направилась сначала вверх по реке к центру города, а затем с отливом потекла в низ. Жаркая погода усугубила ситуацию – вода Темзы и ее притоков начала бурно цвести. Освободившийся после отлива берег был весь покрыт разлагавшимися нечистотами. Дышать в городе стало совершенно нечем. Лондонцы падали на улицах замертво.

Палаты общин парламента решили срочно выделить деньги на строительство новой канализации, а также водопровода. Ими был принят закон, обязывавший осуществить проект в кратчайшие сроки.

В конце того же 1858 года был создан специальный совет, выбравший среди множества предложенных на конкурс схем проект главного инженера лондонского департамента общественных работ – итальянского архитектора Джозефа Базалгетти (Joseph Bazalgette).

Проект включал в себя строительство 134 км новых подземных кирпичных коллекторов и 1800 км канализационных уличных сетей. Тоннели имели высоту 3,3 м, имели овальную форму поперечного сечения, прокладывались на глубине 6 м.

Содержимое канализации собиралось в огромных резервуарах к востоку от Лондона. Из резервуаров стоки ежедневно сбрасывались в море во время отлива. К слову, такой накопительно-пульсирующий принцип работы канализации позволил долгое время обходиться вообще без очистных сооружений, строительством которых озаботились уже только в XX веке.

Новая канализационная система строилась в течение 6 лет и была запущена в 1864 году.

В Англии в 1862 г. впервые в мире были разработаны санитарные нормы и был издан закон об очистке и освобождении сточных вод перед их выпуском от фекальных масс и гниющих веществ.



Рисунок 1 - Памятник в Париже Жоржу Эжену барону Осману

Жорж Эжен барон Осман
(1809 — 1891).

Великий градостроитель.
С 1851 по 1870 года – префект
департамента Сена



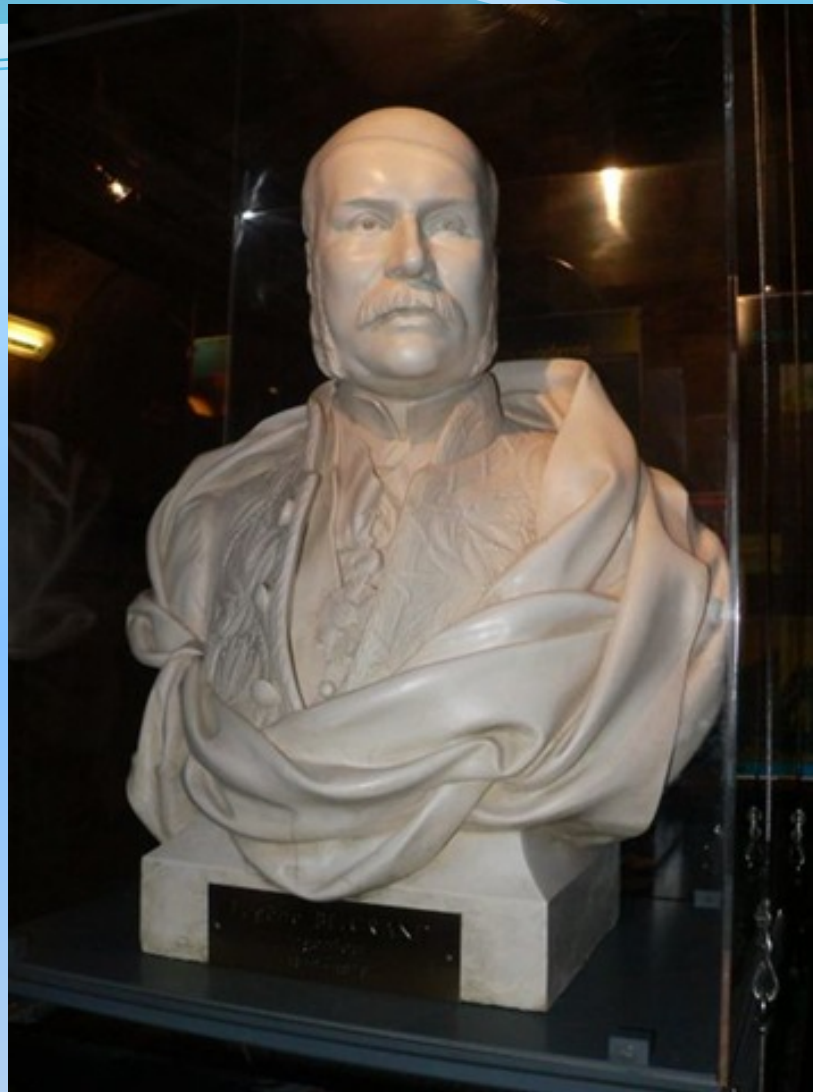



Рисунок 2 - Эжен Бельгранд - французский инженер XIX в.





Первый современный акведук (1863-1865) служил для доставки воды из маленького притока р. Марны, расположенного в 130 км от Парижа, в водохранилище, разместившееся на холме Менильмонтана.

Второй акведук (1867-1874), длиной 156 км, доставлял воду из притока р. Ионны в водохранилище Монсури (14 округ) – самое крупное водохранилище Парижа.

К 1910 г. каждый житель Парижа получал по 250 литров воды в сутки.

Три других акведука поменьше были построены между 1890 и 1925 гг. для снабжения водохранилищ в Сан-Клу (на востоке) и в Монсури (на юге).





Рисунок 3 - Музей канализации в Париже





Рисунок 4 - Музей канализации в Париже





Рисунок 5 - Музей
канализации в
Париже





Рисунок 6 - Музей канализации в Париже





Сэр Джон Харрингтон, построивший в 1596 году для английской королевы Елизаветы рабочую модель туалета с бачком и водяным резервуаром.

Рисунок 7 - Сэр Джон Харрингтон





Рисунок 8 – р.Темза,
Лондон, XIX век

Когда в середине 19 века известный ученый Майкл Фарадей решил проехаться по Темзе на прогулочном пароходе, он был поражен, насколько загрязнена вода.

Вот что он написал в газете «Таймс» 7 июля 1855 года: «Я разорвал несколько белых карточек на кусочки, намочил, чтобы они легко тонули, и в каждом месте, где пароход причаливал, опускал их в воду. Она была так мутна, что при погружении карточек на толщину пальца при ярком, солнечном дне они были совершенно неразличимы. Запах от реки был такой, что казалось, будто мы плывем по открытой канализации».





Джозеф Базаллетти -
главный инженер
лондонского городского
департамента
общественных работ. В
1858 году он разработал
план строительства
канализации и затем
лично его осуществил.

Рисунок 9 - Джозеф Базаллетти – итальянский
архитектор



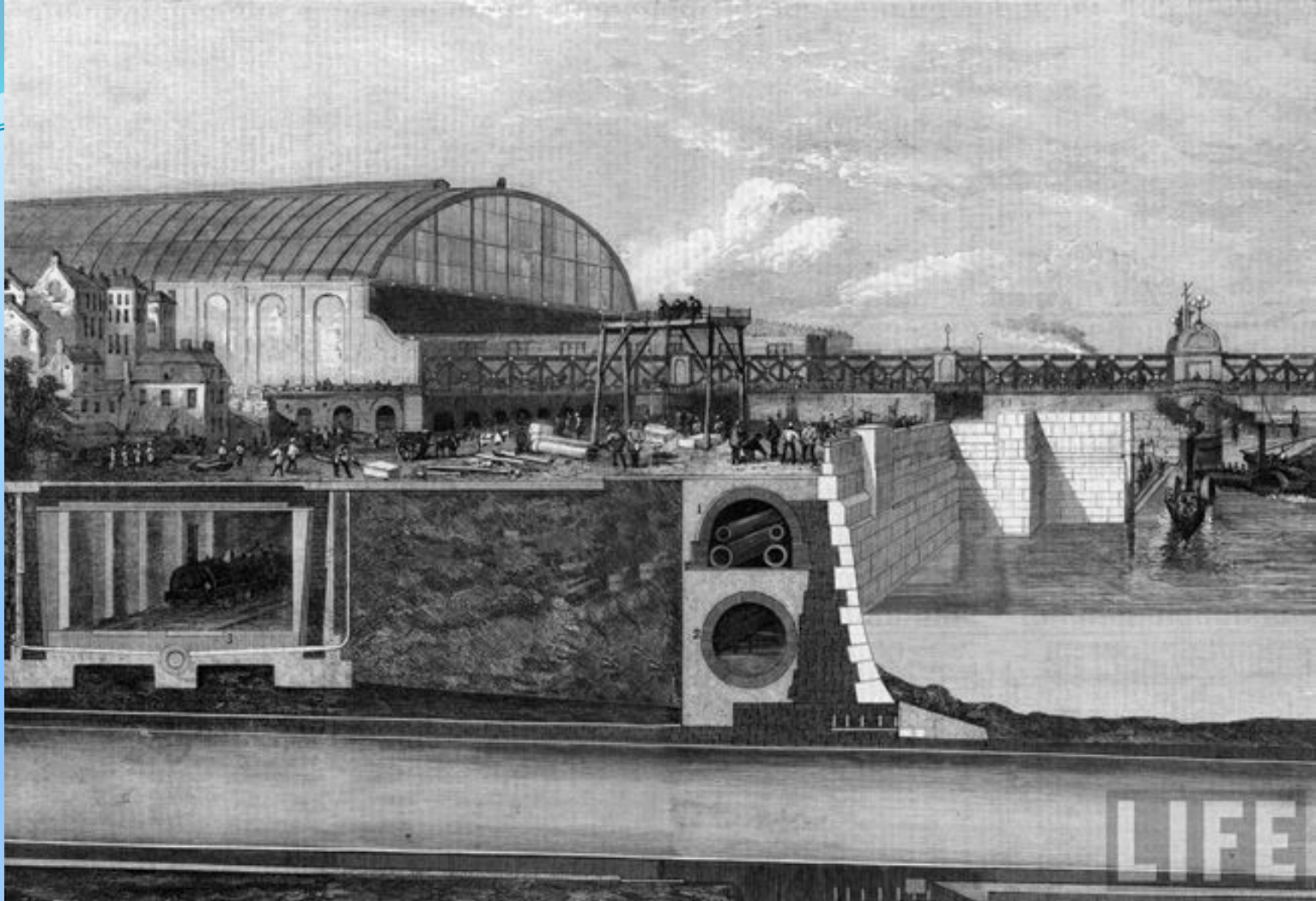


Рисунок 10 – Лондон, XIX век

На рисунке показаны одновременно несколько важнейших примет Лондона того времени – железная дорога, метро, водопровод и канализация.





ТЕМА 5

Водоснабжение и водоотведение на Руси

5.1. Введение.

5.2. Московский водопровод: от Кремлевского до Рублевского.

5.3. Из истории водоотведения Москвы.

ТЕМА 5. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ НА РУСИ.

5.1. Введение

5.2. Московский водопровод: от Кремлевского до Рублевского.

5.3. Из истории водоотведения Москвы.

5.1. Введение

Практическими знаниями по разведке на воду, устройству шахтных колодцев и скважин, строительству каналов жители древней Руси обладали еще в IX–XV веках. Благодаря торговым и культурным связям с Византийской империей Киевская Русь имела доступ к последним достижениям инженерной техники того времени.

В Новгороде, был построен первый в России водопровод, ведущий к княжескому дворцу. В XII столетии в этом городе на Ярославском двореце имелся самотечный водопровод, существовали водосточный и дренажный каналы, все выполненные из дерева.

К периоду средневековья можно отнести строительство водопровода во Львове. В 1407 г. Петр Стехер при помощи гончарных труб провел родниковую воду в город. В XV веке был сооружен самотечный родниковый водопровод для Московского Кремля, состоящий из каменного канала и, возможно, свинцовых труб для разведения воды по территории Кремля.

В русских городах XVII века наиболее распространенным способом водоснабжения были тайники, т.е. подземные спуски–ходы от городской стены к расположенной ниже реке или озеру. Это диктовалось нуждами обороны от частых военных нападений. Тайники к воде представляли весьма разнообразные сооружения. Соответствующие технические решения прекрасно учитывали местные условия, строительный материал, размеры тайника, способ захвата воды.

5.2. Московский водопровод: от Кремлевского до Рублевского.

Первый московский водопровод появился в древнем Кремле в 1339-40 г.г. при Иване Калите «осадного ради сидения» - он был связан с военными нуждами стольного города. Первым источником воды стала Москва-река: к ней тянулась из Кремля деревянная труба, по которой вода поступала в глубокий подземный колодец в Свибловой башне, при помощи большого «ступального» колеса, - его крутили, переступая по широким перекладам.

Первый водопровод действовал очень долго. В 1633 году царь Михаил Федорович Романов повелел соорудить новый, «напорный» водопровод. Сооружал его знаменитый английский «часового и водяного взвода» мастер Христофор Галовой. Сооружен был в угловой Свибловой башне, подавал 4 тыс. ведра в сутки ($50 \text{ м}^3/\text{сут}$). Устроен водопровод был «хитроумно»: в громадный выложенный белым камнем колодец под Свибловой башней по трубе из Москвы-реки изливалась вода. Отсюда «водовзводной машиной», работающей от конного привода, вода подавалась в «водовзводные лари» - баки, расположенные на башне. С той поры Свиблова башня стала называться Водовзводной. От башни вода отводилась по свинцовым трубам в кремлевские дворцы, пруды, сады и службы.

К середине XVIII века Москву накрыл «водяной голод». А чума 1771 года, наконец, напугала Екатерину II: приказала устроить городской водопровод и отыскать для него источники.

В качестве источника были выбраны ключи вблизи села Большие Мытищи. В 1779 году были начаты работы по строительству водопровода для Москвы, которое продолжалось 25 лет. Мытищинская вода пришла в город 28 октября 1804 года. Мытищинская вода в Москву подавалась самотеком на расстоянии 26 километров в количестве 330 тысяч ведер воды в сутки (4125 м^3). Это приблизительно по ведру (12,3 литра) на человека.

Путь воды лежал по кирпичной галерее из Мытищ, мимо дворцового села Алексеевского, через Сокольники и Каланчевку на Трубную площадь – там соорудили открытое водохранилище с ротондой, напоминающее огромный фонтан. Из него по чугунным трубам воду поставляли к городским водозаборным колодцам. Напрямую же вода тогда поступала только в особые здания – кроме Кремлевского дворца, это были театры, торговые помещения, бани, больницы и тюрьмы.

От первого мытищинского водопровода остался заповедный Ростокинский акведук (рис. 2), чудо старой Москвы, - по нему вода протекала над Яузой. Ростокинский акведук, это 21 арка, каждая пролетом в 8,5 метра. Его длина – 356 метров, высота – более 22.

В XIX веке москвичи все же вновь почувствовали нехватку воды. Николай I приказал провести первую генеральную реконструкцию водопровода. Работы начались в 1820-х годах под руководством инженера Н.И.Яниша. Мытищинские источники переустроили, починили галерею, а около села Алексеевское построили водокачку с паровыми машинами. Откуда вода подавалась на второй этаж Сухаревой башни в чугунный бассейн объемом 5 тыс. ведер ($61,5 \text{ м}^3$), откуда по трубам подводилась к 5 водоразборным фонтанам (вместо прежних колодцев): Шереметьевский (1830 г), Никольский (1830 г), Петровский (1834 г), Воскресенский, Варварский, расположенные на оживленных центральных площадях. Каждый фонтан давал по 40 тыс. ведер в сутки ($492 \text{ м}^3/\text{сут}$).

Первые экспериментальные попытки наладить водоснабжение Москвы за счет ее главной реки начались в 1850-х годах. Тогда военный инженер П.С.Максимов построил целых два московских водопровода с водокачками: первый - Москворецкий, у Бабьегородской плотины - поднимал 34 тыс. ведер (418 м^3). Вторым водопровод - Замоскворецкий, у Краснохолмского моста - поднимал 100 тыс. ведер (1230 м^3). Опыт оказался неудачным: вода шла с песком и глиной, а трубы зимой замерзали, и внутригородской водопровод отложили до лучших времен.

Важнейшим сооружением водопровода по-прежнему оставался Мытищинский водопровод. К середине XIX века самотечная система водопровода вконец устарела для нужд разросшегося города. В 1853-1858 гг. инженер А. И. Дельвиг начал вторую реконструкцию московского водопровода. Он предлагал вместо самотека, кирпичной галереи и акведука – искусственный напор и проток по чугунным трубам. Ему удалось осуществить свой замысел. Теперь в город поступало в сутки 500 тыс. ведер (6250 м^3). Были сооружены новые водоразборы – 26 фонтанов и 2 водоразборные колонки. Тогда же были впервые сооружены 15 пожарных колодцев, что явилось большим подспорьем пожарным частям. По городу проложили 45 км разводящих сетей.

Водопровод Дельвига прослужил до конца XIX века. Однако жизнь крупного промышленного города требовала колоссального количества воды, и городское управление решило провести третью реконструкцию водопровода. С 1877 по 1887 гг. были проведены гидрогеологические изыскания различными комиссиями на предмет увеличения производительности водопровода. Окончательно, проектированием и строительством в 1886-1893 годах руководил инженер Николай Петрович Зимин. На прежних мытищинских водозаборах вместо деревянных колодцев пробурили трубчатые, а в машинном здании станции установили насосы и котлы отечественного производства. Теперь водопровод состоял из труб большего диаметра. Он был введен в строй в 1892 году и стал давать 1,5 млн. ведер (18500 м^3) воды в сутки.

Вместо Сухаревой были построены водонапорные башни у Крестовской заставы. Вода в них поступала из Алексеевской промежуточной станции, из башен - непосредственно в городскую сеть и самотеком распределялась по городу. Протяженность городской водопроводной сети составляла 110 км.

В 1899-1901 гг. было осуществлено расширение водопровода до мощности 3,5 млн. ведер (43000 м^3), правда, за счет некоторого ухудшения качества воды. Был поднят вопрос об организации водоснабжения из более мощного источника - Москва-реки. После изучения вопроса об изыскании новых источников водоснабжения было решено взять воду из Москвы-реки около деревни Рублево недалеко от Москвы. Инициатором использования реки в качестве водоисточника выступал Н.П. Зимин, в течение 25 лет (до 1902 г.) заведовавший Московским водопроводом. Он же разработал проект нового московского водопровода. В 1903 г. у д. Рублево была сооружена водопроводная станция.

Новый Москворецкий водопровод работал по следующей схеме: вода из реки закачивалась в водоприемник, отстаивалась, проходила через «медленные» песчаные фильтры и подавалась по чугунному водопроводу в напорный резервуар на Воробьевых горах — самом высоком московском холме. Далее питьевая вода самотеком поступала в магистральные трубопроводы, а из них — в городскую сеть. Уже в 1906 году станция перешла на ускоренный метод очистки воды — так называемый «американский», о котором первым заговорил Зимин. Этот процесс, основанный на коагулировании (свертывании) примесей воды сульфатом алюминия, позволяет ускорить ее очистку почти в 8 раз. Рублевская вода в те годы была одной из лучших в мире.

Начало 30-х годов можно назвать вторым этапом интенсивного развития Рублевской водопроводной станции. К этому времени ресурс реки Москва, как источника водоснабжения был

практически исчерпан, дефицит водных ресурсов в Москве стал явным. Дальнейшая история московского водоснабжения связана с постройкой в 1937 году канала Москва – Волга.

Мосводоканал сегодня – это 4 водопроводные станции суммарной мощностью до 7 миллионов кубометров воды в сутки, более 10 тысяч километров сетей. Вода из поверхностных источников – Москвы-реки и Волги – очищается и контролируется по 180–200 параметрам, отвечает российским и европейским нормативам. Среднестатистический москвич потребляет сейчас до 370 литров воды в сутки.

5.3. Из истории водоотведения Москвы.

В XIV веке в Москве были вырыты подземные каналы для отвода сточных вод. К 1367 году относится постройка водосточной трубы от центральной части Московского Кремля до Москвы-реки.

Жители Москвы в XVII–XVIII вв. во дворах рыли глубокие ямы для надворных туалетов. Когда яма наполнялась, рыли другую, и туалет переносили. Хозяйственные воды выливались прямо на дворы или на улицу. Бойни, фабрики, бани сливали ежедневно сточные воды в ближайшие речки и ручьи, выполнявшие роль сточных канав.

В самом центре города текла маленькая речка Неглинная, страшно загрязненная нечистотами и отбросами. По ее берегам всегда лежали кучи навоза и гниющего мусора.

9 апреля 1699 г. Петр I издал указ "о соблюдении чистоты в Москве и о наказании за выбрасывание сору и всякого помету на улицы и переулки". Он гласил: *"На Москве по большим улицам и по переулкам, чтоб помету и мертвечины нигде, ни против чьего двора не было, а было б везде чисто, и о том указал великий Государь сказать на Москве всяких чинов людям..."* По приказу Петра были проведены осушение и очистка местности. Но на санитарном состоянии Москвы в целом эти меры не сказались.

Позже Екатерина II своим указом повелела "накрепко запретить и неослабно того наблюдать, чтобы в Москву-реку и протчие через город текущие воды никто никакого сору и хламу не бросал и на лед нечистот не вывозил".

Тем не менее, загрязнение рек, ручьев и прудов продолжалось, берега водоемов заваливались мусором и отбросами. Речка Неглинная уже в 1787 году была настолько загрязнена стекавшими с улиц нечистотами, что вода ее считалась непригодной для употребления.

Начало отводу сточных вод было положено еще инженером генерал-поручиком Фридрихом Бауэром в 1780 году при устройстве Мытищинского водопровода. В "Проекте о проведении воды в столичный город Москву" (1780 г.) генерал Бауэр пишет: *"Предлагаю я проект мой не только о проведении в сей город довольно количества чистой воды, но и о способе к истреблению из оного всяких нечистот, к чему подает средства самая речка Неглинная"*.

По проекту генерала в 1780 году река Неглинка между Самотечной и Трубной площадями заключается в закрытый канал шириной - 2,4 м, высотой - 2,1 м. Во избежание загрязнения самой Москвы-реки нечистотами большого канала, при впадении канала в реку строится "резервуар-отстойник". А для его опорожнения - подземный выпуск. Бауэр позаботился и об удалении осадка - использовать его для удобрения садов и полей.

В 1812 году Самотечный и Неглинный каналы после перекрываются добротными сводами. В 1817г. "Комиссия для строений", учрежденная к тому времени, заканчивает устройство канала между Самотечной и Трубной площадями. Общая длина его составляет 3 км.

С 1870 г. Городская дума для улучшения санитарного состояния города организует работу ассенизационных обозов: был урегулирован вывоз нечистот частными лицами, определено время вывоза и маршруты обозов; было упорядочено само устройство выгребных ям и отхожих мест. Надворные туалеты уж не переносились с места на место, а ямы, по мере их заполнения, выгребались черпаками, и "золото" в бочках ассенизационных обозов вывозилось на свалки, находившиеся за городскими заставами.

Днем обозы располагались в специально устроенных ассенизационных дворах (парках) – 5 парков городских, лошадей около 600, до 300 лошадей - в конных обозах частных подрядчиков. Но эти парки не справлялись с вывозом отходов из города.

В 80-х гг XIX в. главный водосток Москвы - река Неглинная - был капитально перестроен и сооружен ряд новых водостоков.

Мысль о сооружении в Москве канализации была высказана впервые инженером-гидротехником М.А.Поповым. Он по собственной инициативе составил проект, проведя предварительные изыскания за свой счет, и представил его в 1874 г. в Городскую Думу. Проект предусматривал общесплавную канализацию, т. е. бытовые сточные воды и атмосферные сплавлялись по одной канализационной сети также предлагалась их очистка на специальных полях орошения - посредством фильтрации через почву - и использовании для удобрения сельскохозяйственных культур.

Однако в 1885 г. московский инженер Д.В.Кастальский предложил отдельную систему канализации, Москвы. В 1887 г. вопрос о строительстве отдельной канализации был внесен в Думу, где и получил одобрение. В 1890 г. был составлен проект и в 1893 г. начато строительство. К середине 1898 г. было уложено 262 км труб канализационной сети, присоединено 219 домовладений, была построена главная насосная станция (на левом берегу Москвы-реки, у Ново-Спасского монастыря), и 1 августа 1898 г. начался прием сточной воды и ее перекачка на поля орошения для очистки.

Рост населения Москвы, развитие ее промышленности и создание нового Москворецкого водопровода заставили сразу же после открытия первой очереди канализации начать работу по устройству второй. В 1911 г. приступили к широкомасштабным работам. В 1912 г. по ходатайству Городской Думы правительство ввело обязательное присоединение.

К 1913 г. к сети было присоединено уже 6000 домов, ежедневно удалялось до 6 млн. ведер (75 тыс. м³/сут) жидких отходов; твердые отвозились на свалки. По трубам сточные воды удалялись за город на специально приспособленные "поля орошения и перемежающего фильтрования через почву" близ станции Люблино Московско-Курской ж/д и близ станции Люберцы Казанской ж/д.

Работы по канализации второй очереди планировалось завершить в 1917 г., но не удалось, и к началу революции к сточной сети была подсоединена только треть домов в Москве, и то в центре города. В 1923 были выделены средства для постройки третьей очереди московской канализации.

К концу 30-х годов вырос необычайно: ежедневно с предприятий и жилых домов в канализацию поступало количество сточных вод, по объему почти равных Москве-реке. При таких объемах использовать для их очистки поля орошения было бы невозможно. Взамен были построены станции аэрации, где использовались биохимические способы очистки.

Введение



В Новгороде был построен первый в России водопровод, ведущий к княжескому дворцу. В XII столетии в этом городе на Ярославском дворе имелся самотечный водопровод, существовали водосточный и дренажный каналы, все выполненные из дерева.

К периоду средневековья можно отнести строительство водопровода во Львове. В 1407 г. Петр Стехер при помощи гончарных труб провел родниковую воду в город.

В русских городах XVII века наиболее распространенным способом водоснабжения были тайники (рис. 1), т.е. подземные спуски–ходы от городской стены к расположенной ниже реке или озеру. Это диктовалось нуждами обороны от частых военных нападений.



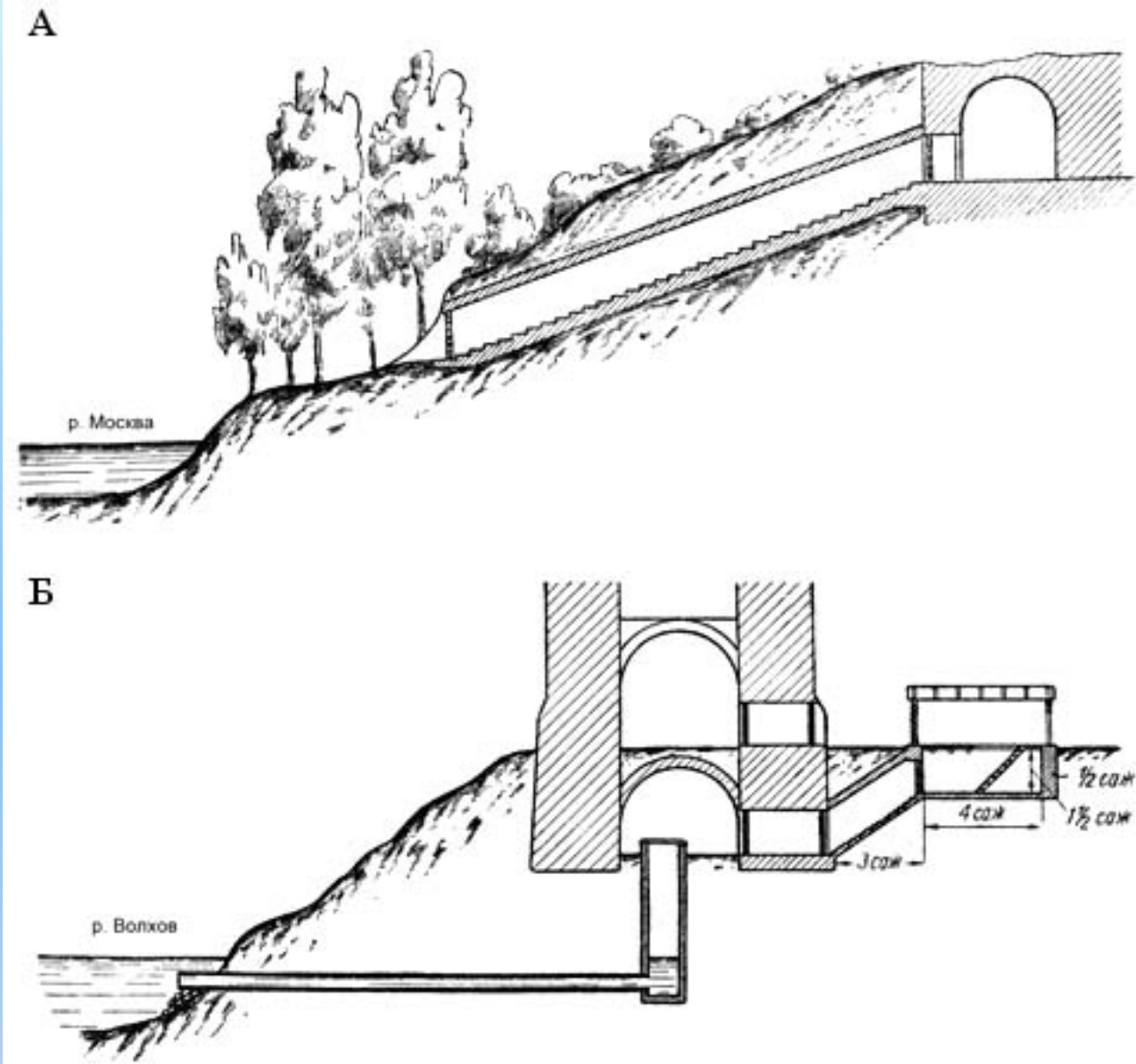


Рисунок 1 - Тайники в русских городах
А – в Коломне, Б – в Ладоге



Рисунок 2 - Макет Водовзводной башни Кремля



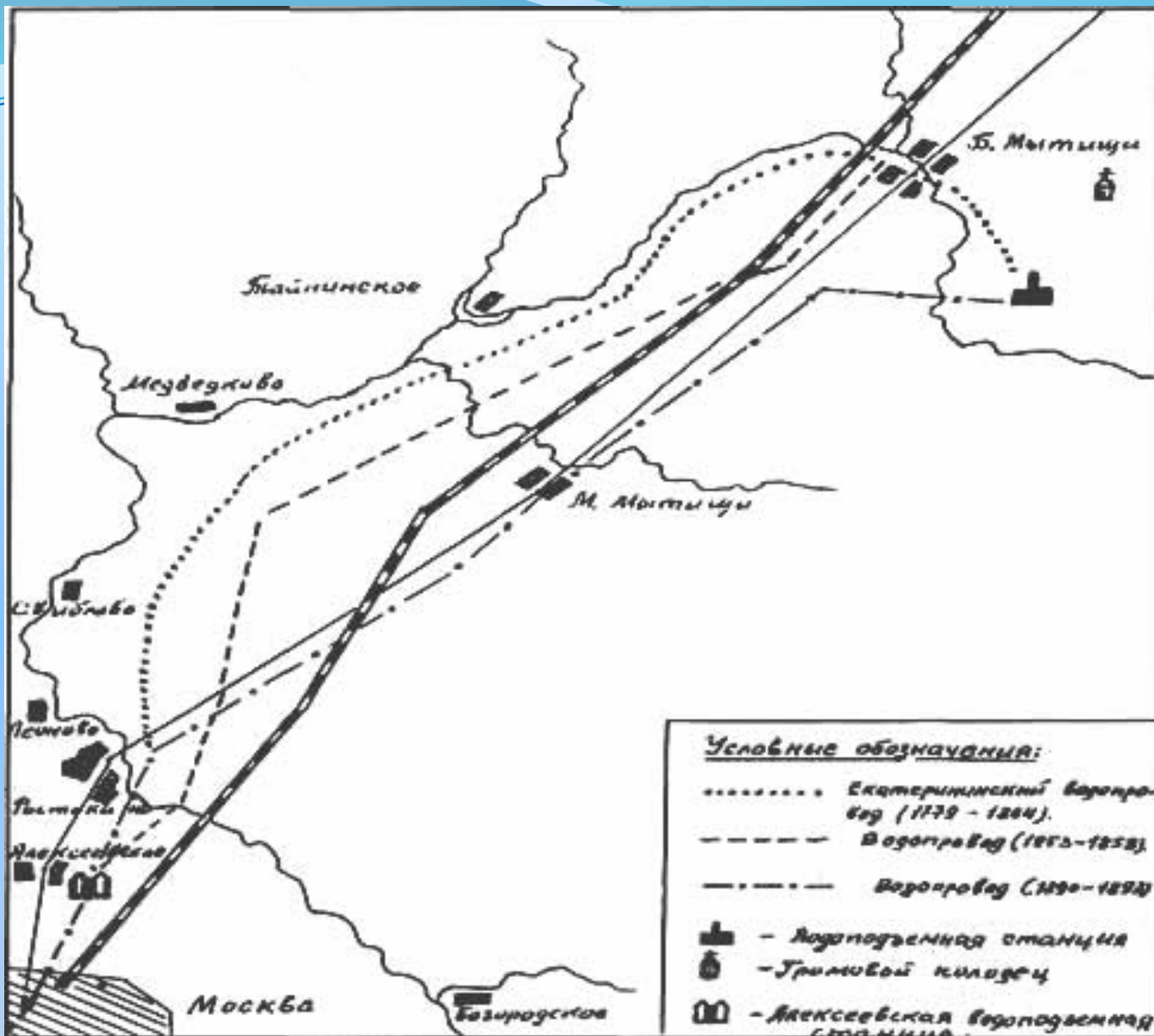


Рисунок 3 - Схематический план трех мытищинских водопроводов



Рисунок 4 - Мытищинские водозаборные колодцы

Количество колодцев - 43, которые питались водой из 73 родников.



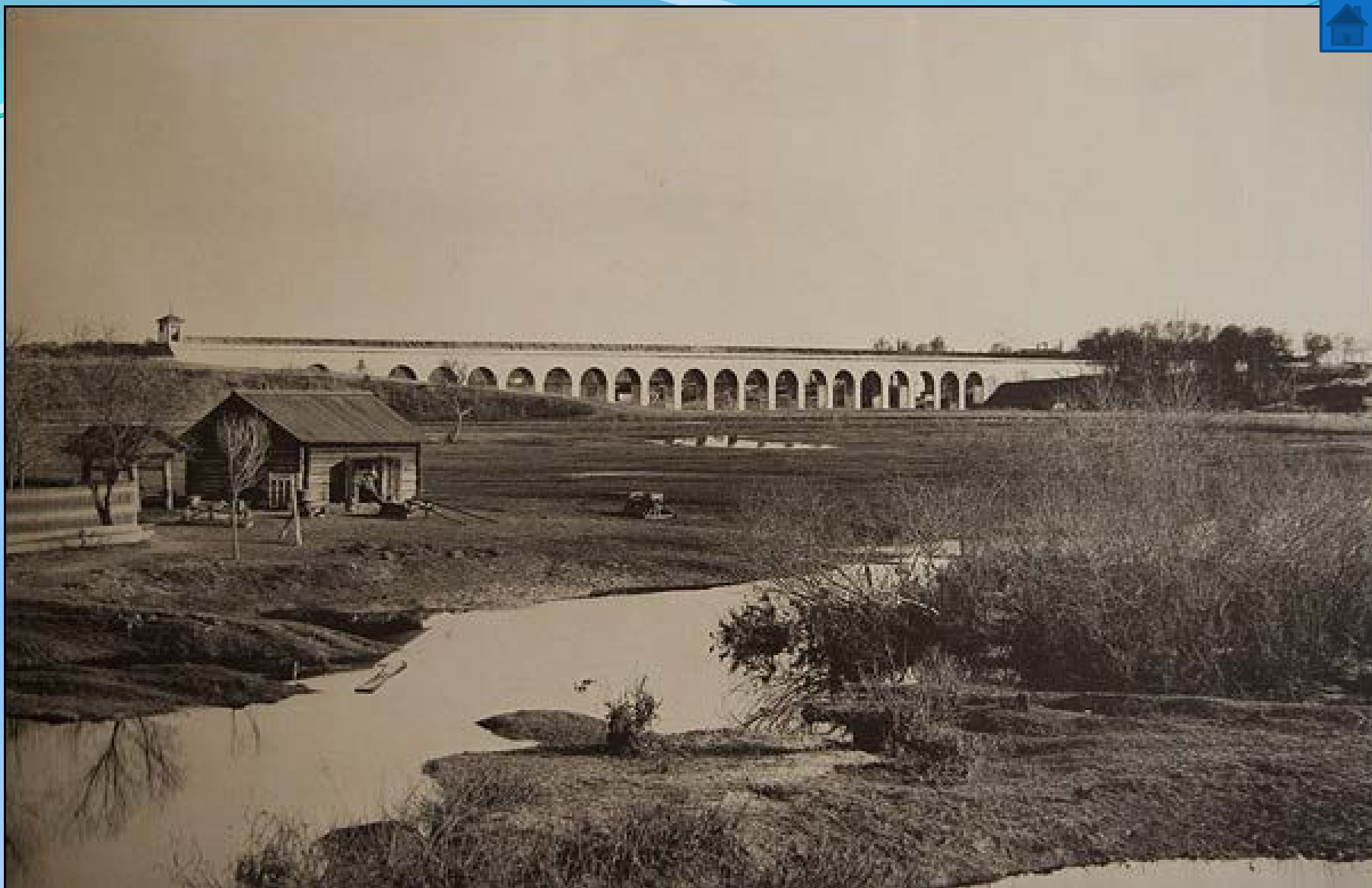


Рисунок 5 - Ростокинский акведук

Длина – 326 м, количество арок – 21, пролет арки – 8,5 м





Рисунок 6 - Ростокинский акведук
(в настоящее время)





Рисунок 7 - Алексеевская насосная станция





Рисунок 8 - Сухарева башня





Рисунок 9 - Фонтан на Лубянской площади





Рисунок 10 - Водовоз

В конце XIX века в Москве
трудилось около 3 тысяч водовозов
с санями и тележками и.....



.....около 6-6,5 тысяч конных
водовозов

Рисунок 11- Конный водовоз





Рисунок 12 - А.И. Дельви́г

Проведённые под его руководством
в 1853—1858 работы по
переустройству Мытищинского
водопровода на много улучшили
водоснабжение Москвы.





Рисунок 13 -
Н.П.Зимин – строитель и заведующий
Московского водопровода





Рисунок 14 - Мытищинское водоподъемное здание



Рисунок 15 - Крестовские водонапорные башни
Высота – 39 м, диаметр – 23 м.



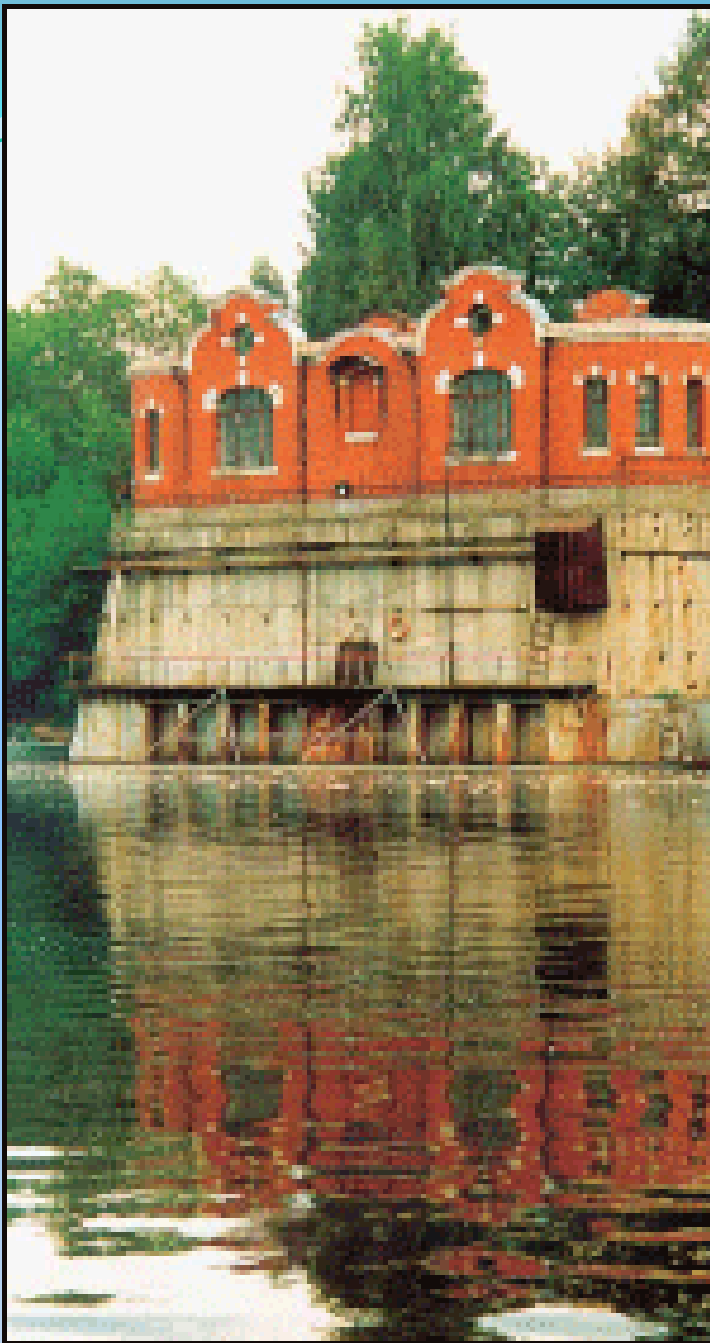


Рисунок 16 -
Рублевский водозабор





Рисунок 17 - Рублёвская водопроводная станция





Рисунок 18 - Рублёвская водопроводная станция





Позже **Екатерина II** своим указом повелела:

"накрепко запретить и неослабно того наблюдать, чтобы в Москву-реку и протчие через город текущие воды никто никакого сору и хламу не бросал и на лед нечистот не вывозил".



Рисунок 19 - Екатерина II





- Инженер, генерал-поручик **Фридрих Вильгельм Бауэр**, возглавлявший при Екатерине II гидравлический корпус.
- По указу императрицы Екатерины II в 1779 году приступил к строительству Московского водопровода.
- Положил начало отводу сточных вод в Москве. В "Проекте о проведении воды в столичный город Москву" (1780 г.) генерал Бауэр пишет: *"Предлагаю я проект мой не только о проведении в сей город довольно количества чистой воды, но и о способе к истреблению из оногo всяких нечистот, к чему подает средства самая речка Неглинная"*.



Рисунок 20 -
Фридрих Вильгельм
Бауэр (1734-1783)





Рисунок 21 – Ассенизационный обоз





Рисунок 22 -
Памятник ассенизационному возку



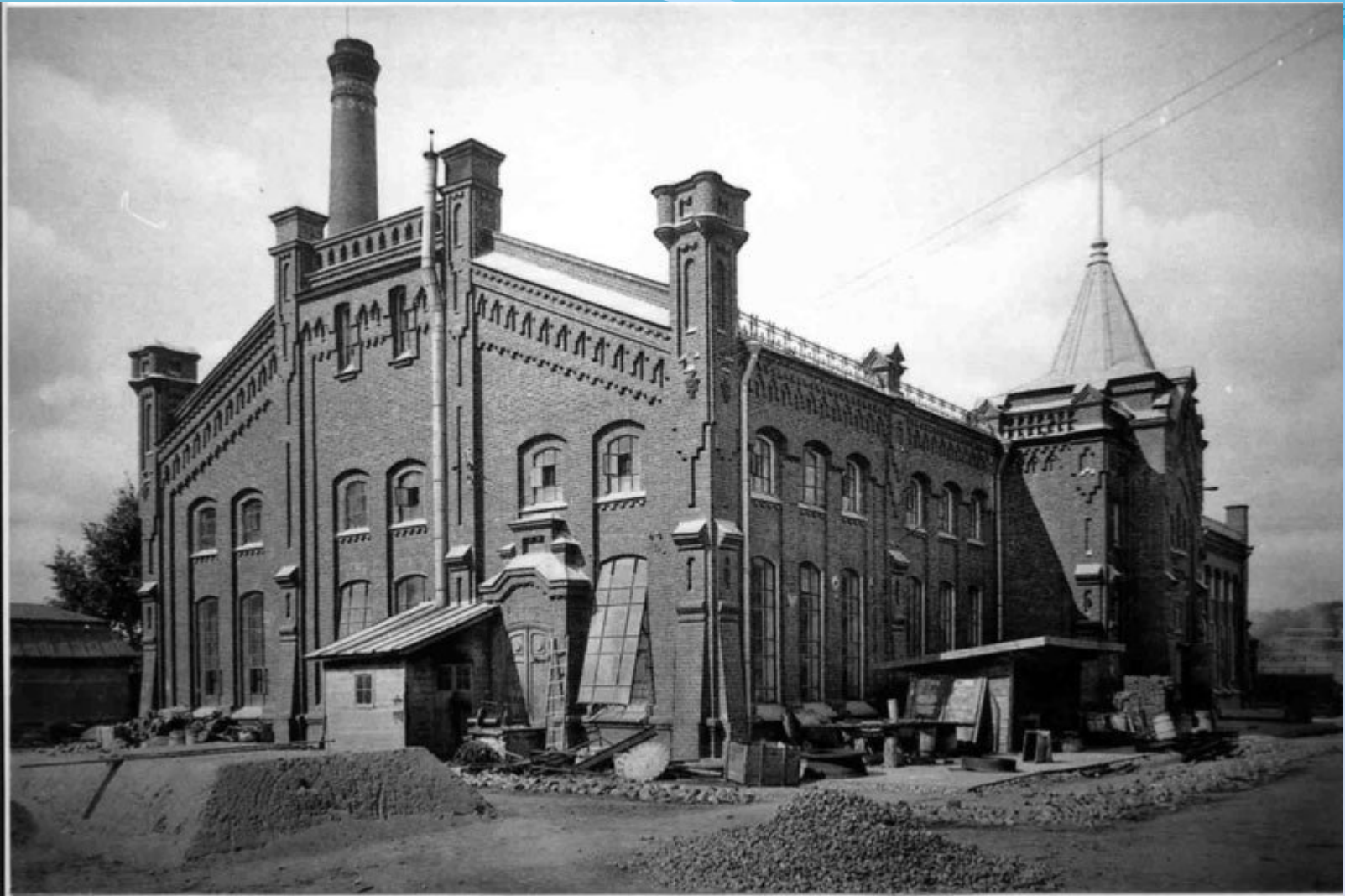


Рисунок 23 -
Главная канализационная насосная станция Москвы





Рисунок 24 -
Люблинские поля орошения, 1913 год





ТЕМА 6

Водоснабжение и водоотведение г. Бреста

- 6.1. Развитие систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста в XIX – XX веках.
- 6.2. Современное состояние систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста, проблемы и пути их решения.

ТЕМА 6. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ Г. БРЕСТА

6.1. Развитие систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста в XIX-XX веках.

6.2. Современное состояние систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста, проблемы и пути их решения.

6.1. Развитие систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста в XIX-XX веках.

Брест - один из древнейших белорусских городов, возникший у места, где река Мухавец впадает в Западный Буг в 1019 г.

Брест-Литовск в 90-е гг. XIX ст. представлял собой довольно крупный уездный город, второй по величине в Гродненской губернии, его численность составила 46568 человек (8.02.1897 г). Однако город и крепость не имели ни водопровода, ни канализации. По данным документов за 1896 г. в Бресте насчитывалось только пять колодцев, содержащих годную для употребления воду, причем четыре из них принадлежали частным владельцам. Поэтому почти все население пользовалось водой из Мухавца, которая была не годна для употребления, так как Мухавец сильно загрязняется стоками различных нечистот из города, от купелен, прачечных, бань и казарм. Пользование такой водой приводило к массовым эпидемиям.

Впервые вопрос о строительстве водопровода был поставлен в 1890 г. Однако решение его затянулось на долгие годы. В 1892 г при смене городской головы в городе стали появляться различные предприниматели с предложениями заключить договор на сооружение водопровода. С предпринимателями братьями Фадеевыми был заключен договор на устройство и эксплуатацию водопровода. Забор воды планировался из Буга. Речная вода должна была тщательно очищаться через фильтры с использованием квасцов. Мощность водопровода - 80 тысяч ведер воды в сутки (984 м³/сут), на каждом перекрестке - сеть пожарных кранов. Однако, заключив договор, братья Фадеевы и не думали приступать к его сооружению, а ждали лишь момента, чтобы перепродать концессию с большой для себя выгодой.

Городская управа продолжала бездействовать, не расторгала с Фадеевыми договор и не предпринимала никаких дальнейших мер к сооружению водопровода. Эта непростительная бездеятельность городских властей привела к новому бедствию. В апреле 1901 г. пожар уничтожил центр Бреста, сгорела самая его «лучшая торговая и богатейшая часть». В 1904 г. Гродненский окружной суд признал договор с братьями Фадеевыми недействительным, и он был расторгнут.

В начале XX века средний расход воды на человека в Брест-Литовске равнялся приблизительно 2,5 ведрам (30 л). Снабжали город водой только водовозы. Городу требовалось 350 бочек воды ежедневно.

Водовозы набирали воду прямо из Мухавца, для чего выше города была устроена специальная площадка с насосом ручного закачивания. Но расстояние казалось водовозам слишком большим, поэтому они съезжали по ближней улице к реке, где люди купали лошадей, стирали белье, куда стекала вся городская грязь, и там заполняли свои бочки водой. Привозимая водовозами вода имела зеленоватый цвет и болотный запах.

В 1909 г. в городском саду, арендатором которого являлся господин Шаповалов, был выкопан глубокий колодец с водой отличного качества. Этот колодец мог обеспечить город 400 бочками воды в день, но арендатор требовал за это большую плату - 5 копеек за бочку воды. Городская дума предписала водовозам использовать эту воду для водоснабжения города, по 5 копеек за бочку. Теперь водовозы вместо светло-коричневой со слегка тухлым запахом мухавецкой воды должны были заполнять свои бочки чистой колодезной водой. Но профессиональная артель (а каждый водовоз расходовал в день до 10 бочек воды) бойкотировала колодец Шаповалова, предпочитая брать бесплатно воду из реки.

Из-за вспышки многочисленных инфекционных заболеваний, с 21 мая 1913 г. вводится запрет на употребление в пищу воды, взятой из реки, протекающей в черте города. Водовозам было предписано брать воду только в специально оборудованном месте под Кобрином, проехав значительное расстояние по течению реки. Цена одного ведра 3—5 копеек. Город практически остался без воды. А водопроводная комиссия все продолжала и продолжала вести переговоры с фирмой Джевецкого.

Вскоре в 1915 г. к Брест-Литовску докатилась волна первой мировой войны. Следует сказать, что до первой мировой войны в некоторых кварталах города была создана водопроводная

сеть. Однако она не действовала, так как вода, забираемая из реки, была непригодна для питья из-за отсутствия фильтрационных устройств.

По условиям Рижского мирного договора 1921 г. Брест-Литовск в составе Зап. Белоруссии отошел к Польше. Под названием Брест-над-Бугом в 1921-1939 гг. он являлся центром Полесского воеводства.

Летом 1924 г. магистрат завершил реконструкцию заложенного еще перед войной городского водопровода следующим образом: на берегу Буга возле шоссе Варшава-Брест была построена насосная станция, и вода по магистральному каналу длиной 4 км была подведена к водонапорной башне в городском саду над Мухавцом (бывший парк Свободы). Резервуар водонапорной башни имел объем 75 м^3 , дно его располагалось в 14 м над поверхностью земли.

Специальная комиссия генеральной дирекции службы охраны здоровья запретила работы по эксплуатации этих устройств. Комиссия установила, что забор воды из реки, находящейся в непосредственной близости от шоссе, способствовал ее загрязнению, особенно во время паводка. Водопроводная сеть была проложена неправильно, не было воздухопроводов, трубы не были предохранены от замерзания. Комиссия поставила задачу привести в порядок имевшуюся водопроводную сеть и разработать проект городского водопровода, основанного на системе артезианских колодцев.

Профессор Варшавской Политехники инженер Б. Рыхловский предложил добывать воду «из-под земли, из пластов между двумя залежами мела - на глубине от 50 до 100 м» (позже проект предусматривал бурение колодцев на глубину до 225 м). Для Бреста в тот период требовалось 2-4 артезианских колодца. Первую пробную скважину предлагалось бурить в городском парке Свободы над Мухавцом.

Осенью 1925 г. варшавская фирма «Wehr i Rychlowski» начала бурение пробного артезианского колодца. Было решено устроить скважину глубиной 225 м. Но скважину смогли пробурить только до 150 м и остановили в мелах.

В отчете о восстановительно-строительных работах в Бресте за 1931-1933 гг. говорилось о завершении ремонта довоенной сети городского водопровода и прокладке нового, общая длина всего водопровода составила 7050 м. Была пробурена вторая артезианская скважина глубиной 157,5 м, построена станция фильтрования, выполнено 60 подсоединений частных домовладений к городскому водопроводу с установлением водомеров. Выдача воды в сутки из одной скважины составила 200 м^3 .

Однако и эти устройства не удовлетворяли требований города. Инженером-полковником В. Дзякевичем был разработан новый план водопроводно-канализационных работ. Проект предусматривал:

- устройство канализации по разделительной системе;
- проведение через центр города (по ул. Костюшко, ныне ул. Гоголя) главного коллектора и подведение к нему сети каналов.

Проект предусматривал соединение городского водопровода с военными казармами на Граевке и с крепостью.

6 сентября 1933 г. министр внутренних дел Польши дал согласие на проведение запроектированных работ.

Работы по строительству водопровода и канализации осуществляла строительная фирма инженера Ю. Мацкевича. Начало работ - 15 сентября 1933 г., конец - 31 декабря 1934 г.

Для обеспечения города водой и отвода сточных вод было создано Брестское городское водопроводно-канализационное предприятие (19 апреля 1934 г).

В 1934 г. в городском парке Свободы была пробурена еще одна артезианская скважина - № 3 глубиной 153 м, остановленная в мергельно-меловых породах, как и две соседние с ней скважины. Оборудованная вертикальным насосом, она давала воду до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Две другие скважины с помощью эрлифта подавали до $25-32 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вода от скважин поступала на станцию обезжелезивания каскадного типа с песчаными фильтрами, затем в два подземных железобетонных резервуара емкостью 200 и 600 м^3 , откуда насосом перекачивалась в водонапорную башню с баком емкостью 80 м^3 , а далее шла в городскую сеть. На станции обезжелезивания реализовывался метод упрощенной аэрации с последующим фильтрованием. Это была первая станция обезжелезивания в системе коммунального хозяйства республики, была построена именно здесь, в Бресте, на водозаборе «Парк Свободы» в 1930-х гг. В настоящее время эта станция не эксплуатируется, закрыта в 2001-2002 гг. Эта система значительно улучшала водообеспечение города. Но скважины постоян-

но снижали свой дебит. В 1936-1937 гг. на Граевке, в Северном военном городке, были пробурены две скважины для автономного водоснабжения, дававшие по 23-25 м³/ч.

За период с октября 1933 г. по октябрь 1935 г. было уложено свыше 3000 м водопроводных труб, построен главный коллектор по ул. Костюшко длиной 1305 м (от района крепости до ул. Клилинского, ныне ул. Коммунистическая) и боковые каналы длиной 8168 м.

В планах города на 1936-1937 гг. предусматривалось довести городскую водопроводную сеть до 16 100 м длины, построить механическую насосную станцию, мастерские, 2 водонапорные башни, 3 артезианских колодца. После окончания этих работ водопровод Бреста должен был обслуживать 15 000 абонентов. Оплата за пользование водой производилась в соответствии с показанием водомеров, установленных в домах, на предприятиях и в учреждениях.

С 4 декабря 1939 г. Брест стал областным центром БССР, в нем проживало 41,4 тыс. человек. Новое административное и социально-экономическое положение города дало толчок к его быстрому развитию и росту населения. В 1940 г. в нем насчитывалось уже 68,8 тыс. жителей.

Однако планам дальнейшего благоустройства Бреста помешала жестокая и разрушительная война 1941-1945 гг. и трехлетняя оккупация немецко-фашистскими войсками. Ущерб, нанесенный народному хозяйству города, был огромным, сильно пострадало и коммунальное хозяйство. К дню освобождения 28 июля 1944 г. в городе осталось 14 960 жителей.

После освобождения города началось восстановление его хозяйства. Благодаря огромным усилиям в течение 5 послевоенных лет были восстановлены и полностью введены в действие канализация и водопровод. Разводящая водонапорная сеть города имела протяженность около 23 км с диаметром труб от 100 до 250 мм. Количество подключенных к сети зданий и водопроводных колонок с каждым годом увеличивалось...

6.2. Современное состояние систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста, проблемы и пути их решения.

В настоящее время водоснабжение г. Бреста осуществляется от пяти водозаборов, расположенных в разных частях города, суммарная мощность которых составляет 109,4 тыс. м³/сут, в том числе:

- водозабор «Граевский» - 28,0 тыс. м³/сут, 18 скважин;
- водозабор «Мухавецкий» 36,0 тыс. м³/сут, 29 скважин;
- водозабор «Западный» - 27,5 тыс. м³/сут, 23 скважины;
- водозабор «Северный» - 7,9 тыс. м³/сут, 5 скважин;
- водозабор «Аэропорт» - 10,0 тыс. м³/сут, 3 скважины.

Все водозаборы, включающие в себя 77 артезианских скважин, забирают воду из подземного сеноманского горизонта глубиной 200-300 м и после очистки на фильтрах станций обезжелезирования подают её в общегородскую закольцованную систему общей протяжённостью 802 км (по состоянию на 01.10.2019 год). Сооружения водозаборов позволяют обеспечить подготовку воды до требований СанПиН 10-124 РБ 99.

Для надёжного и качественного водообеспечения населения Бреста на водозаборах установлено современное оборудование. В последние годы отмечается, что подача воды в город постепенно снижается и в работе в среднем задействовано порядка 44 скважин. Ежедневно скважины водозаборов поднимают от 63,0 до 100 тыс. м³ воды в сутки. Обеспеченность населения города централизованным водоснабжением составляет 98,7 % от общего количества населения.

В настоящее время общая протяженность канализационных сетей города составляет 739,9 км. На сегодняшний день перекачка сточных вод города Бреста осуществляется 144 канализационными насосными станциями. Система канализации города разделена на три бассейна канализования. Стоки каждого бассейна перекачиваются на городские очистные сооружения. Главными канализационными насосными станциями Бреста являются:

- КНС №1 (ул. Гоголя, 2)
- КНС №5 (ул. Шевченко, 5)
- КНС №9 (ул. Морозова, 30)

Очистные сооружения г. Бреста представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для механической и полной биологической очистки городских сточных вод от загрязнений. Состоят они из трех очередей очистки сточных вод. Проектная производительность составляет 135 000 м³/сут. Первая очередь была введена в эксплуатацию в 1969 году, вторая – в 1982 году, третья – в 1986.

Сооружения для очистки сточных вод расположены таким образом, что вода проходит их последовательно, одно за другим. Сооружения для механической очистки сточных вод предназначены для удаления из них нерастворимых грубодисперсных примесей, сооружения биологической очистки – для протекания в них процессов минерализации органических загрязнений, находящихся в сточной воде в растворенном состоянии при помощи аэробных биохимических процессов за счет жизнедеятельности микроорганизмов. Выпуск очищенных сточных вод осуществляется в р. Западный Буг. В результате очистки сточных вод на очистных сооружениях образуется осадок, который в настоящее время перекачивается на Брестский мусороперерабатывающий завод для дальнейшей его переработки. В настоящее время производится реконструкция городских очистных сооружений, с целью достижения национальных и международных требований к очищенной сточной воде, сбрасываемой в водный объект.



Рисунок 1 - Здесь, у павильона скважины №1, была пробурена первая в Бресте артезианская скважина





Рисунок 2 - Станция обезжелезивания водозабора «Парк Свободы», первая в Бресте и в Беларуси





Рисунок 3 - Первая насосная станция
городского водопровода



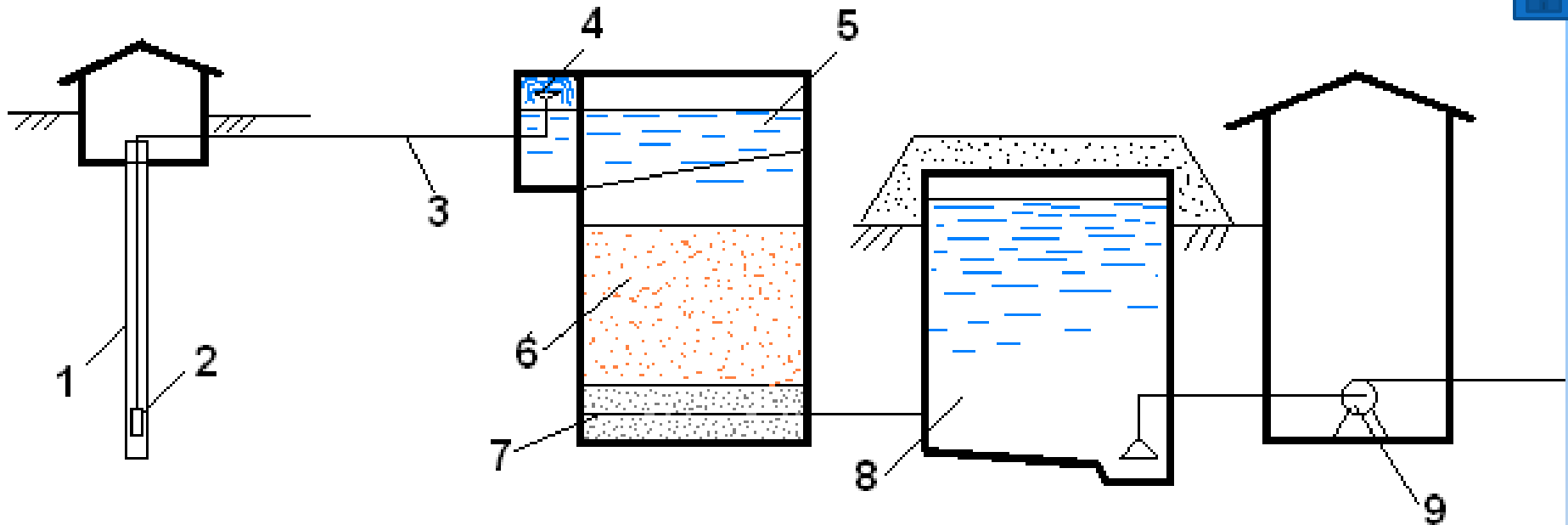


Рисунок 4 - Технологическая схема обезжелезивания воды методом упрощенной аэрации:

1 - артезианская скважина; 2 – погружной насос; 3 – водоводы первого подъема; 4 – переливная воронка; 5 – скорый безнапорный фильтр; 6 – фильтрующий слой (гранитный щебень); 7 - дренажная система, в виде дырчатых труб, расположенных в поддерживающем слое; 8 – резервуар чистой воды; 9 – насосы II-го подъема.



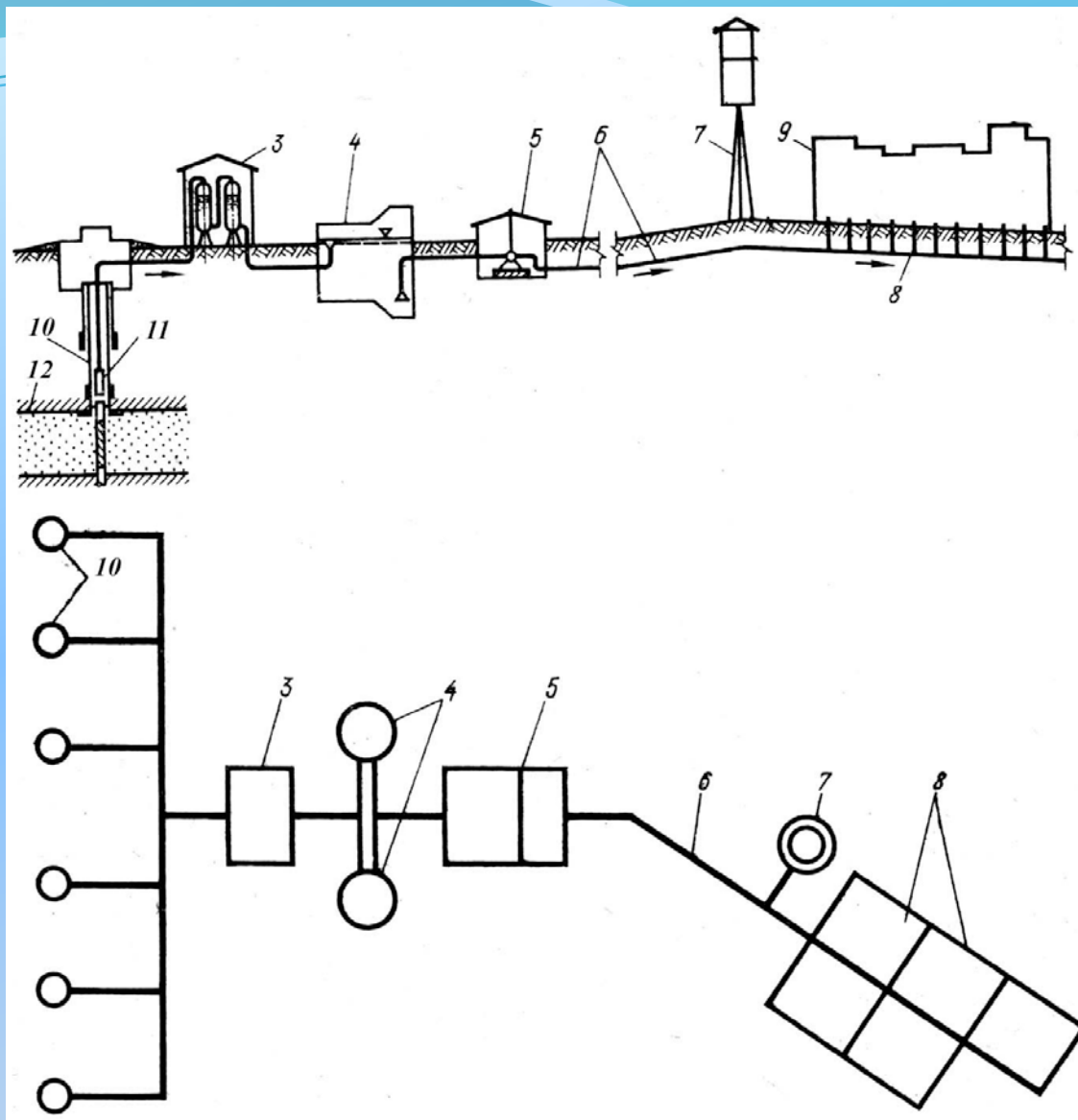


Рисунок 5 - Схема водоснабжения при использовании подземных вод



Рисунок 6 - Фильтр обезжелезивания
Граевского водозабора





Рисунок 7 –
Фильтр
обезжелезивания
Граевского
водозабора





Рисунок 8 - Зал фильтров обезжелезивания
Граевского водозабора





ТЕМА 7

История развития водоподъемной и насосной техники

- 7.1. Водоподъемные механизмы и машины древнего и средневекового мира.
- 7.2. История развития насосного оборудования.

ТЕМА 7. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВОДОПОДЪЕМНОЙ И НАСОСНОЙ ТЕХНИКИ.

Водоподъёмная машина (водоподъёмник) - устройство для безнапорного перемещения жидкости, главным образом воды. В прошлом водоподъёмниками называли все технические средства для подачи воды, в том числе и насосы. В настоящее время водоподъёмными машинами обычно называются машины и механизмы, которые подают жидкость за счёт изменения в ней главным образом потенциальной энергии положения. **Насос** – устройство (гидравлическая машина, аппарат или прибор) для напорного перемещения (всасывания и нагнетания) главным образом капельной жидкости в результате сообщения ей внешней энергии (потенциальной и кинетической).

7.1. Водоподъемные механизмы и машины древнего и средневекового мира.

7.2. История развития насосного оборудования.

7.1. Водоподъемные механизмы и машины древнего и средневекового мира.

На протяжении многих веков в устройстве водоподъемных механизмов основную роль играли простые машины: рычаг, колесо, блок, ворот, винт, наклонная плоскость.

В Египте вода, оставшаяся в понижениях местности и каналах, использовалась для орошения с помощью водоподъемных механизмов: древнейшим из них был шадуф (всем известный журавль), относящейся примерно к 1250 г. до н.э. Для водоснабжения городов сооружали водоподъемные станции в виде сложной системы шадуфов, устройство которых было основано на законе рычага, или в виде водоподъемных колес. В Египте также была изобретена и введена в широкое применение нория. Она представляла собой цепь, на которой подвешены ковши или черпаки, передвигавшиеся по кругу при помощи колеса, для захвата жидкостей и сыпучих материалов, позволяла поднимать жидкости на высоту до 25 м.

В III тысячелетии до н.э. ирригационное земледелие, а затем и городское строительство, а, следовательно, их водоснабжение развивается в Индии (культура Хараппы в долине Инда), Китае (Иньская культура). Для орошения полей и водоснабжения использовались сложные водоподъемные сооружения, основанные на законе блока и рычага.

Позднее, с завоеванием Египта греками, последними были введены для орошения архимедов винт и другие простейшие механизмы: Архимед Сиракузский (287-212 гг. до н.э.) создал водоподъемник, так называемый архимедов винт; Ктезибий (II в. до н.э.) изобрел водяной насос для тушения пожаров. В дальнейшем эти механизмы нашли свое применение в ирригационных системах Греции, Рима и т.д. Архимедов винт состоит из кожуха или лотка и винта, который вращается (около 50 об/мин) от ветряного или другого двигателя. Архимедов винт устанавливается наклонно (около 40° к горизонту) и одним концом погружается в воду. Винтовая поверхность при вращении давит на жидкость, перемещает её по корпусу или лотку, поднимая на 3-4 м.

Наследники культуры древней Греции - римляне - в эпоху расцвета древнеримской империи в искусстве подъема воды достигли большого совершенства.

Так, уже при первых римских императорах были известны самые различные конструкции водочерпального колеса. Простейшая из них представляет собой водочерпальное колесо с 8-16 ведрами или ящиками, закрепленными в точках сцепления спицы с ободом. Из этих сосудов вода наверху выливалась, с определенными потерями, в желоб, расположенный сбоку; высота подъема была равна диаметру колеса. Боковой груз затруднял вращение и обуславливал помехи. Избавиться от них помогла конструкция, основанная на использовании пустого пространства между внешним и внутренним ободами колеса, где сбоку имелись отверстия для черпания воды. Это уменьшало также потери воды при выливании, т.к. скорость вращения водочерпального колеса была постоянной. С 3 в. до н.э. напор воды стал использоваться в качестве двигателя в водочерпальных системах, где ряд сосудов был укреплен на бесконечной цепи.

История сохранила нам также описание водоподъемного колеса времен Древнего Рима, названное «тимпаном», использовалось для подачи воды в водопроводную сеть. Оно представляло собой обод с большими плоскими лопатками. Нижней частью колесо погружено в поток, приводящий его в движение. Внутри колеса расположены спиральные каналы между лопастями. Эти лопасти зачерпывали в реке воду и выливали ее через пустотелый вал колеса в желоб водопровода. Усовершенствованием в дальнейшем этого водяного колеса и стала турбина.

«Водоприводное» и «водовзводное» дело - так на Руси называлось ремесло по «добыче и доставке» воды. История этого ремесла уходит в глубокую древность. Сначала скифские копанки (поверхностные воды), а затем колодцы (подземные воды), с использованием четочного, ступального и иных подъемников. На территории России, Беларуси, Украины, Молдовы до сих пор строятся ступальные колодцы, журавли, колодцы с колесным воротом (ворот - «баран», «двойной баран»).

Вот такие водоподъемные механизмы - рычаг, блок, колесо, ворот, винт - использовались во времена древнего (по V в н.э.) и средневекового (от середины V в. до середины XV в.) мира. Приводились эти орудия в действие с помощью сначала людей и животных, а затем сил природы - воды и ветра.

7.2. История развития насосного оборудования.

Насосы можно также условно разделить на две группы: 1) насосы-машины; 2) насосы-аппараты.

Насосы-машины бывают: лопастные (центробежные, осевые, вихревые); поршневые; роторные (шестеренные, коловратные, пластинчатые, винтовые и др.).

К насосам-аппаратам относятся: струйные (жидкостно-жидкостные и газожидкостные); газлифты (в том числе эрлифты); вытеснители (в том числе паровые и газовые); гидравлические тараны; магнитогидродинамические насосы и др.

В связи с ростом потребностей в воде и необходимостью увеличения высоты ее подачи, особенно после появления паровой машины, насосы постепенно стали вытеснять водоподъемные машины. Таким образом, исторически наметились три направления их дальнейшего развития: 1) создание поршневых насосов, 2) вращательных насосов, 3) гидравлических устройств без движущихся рабочих органов.

Подъем в развитии поршневых насосов наблюдался в конце XVIII века, когда для их изготовления стали применять металл и использовать привод от паровой машины. Создателем паровой машины с цилиндром двойного действия является английский изобретатель Джейм Уатт (1736-1819), который в 1784 г. получил патент на свое изобретение. Широкое применение паровые прямодействующие поршневые насосы получили с середины XIX века по 20–30 гг. XX века (стали вытесняться центробежными, роторными и др.)

Другой путь развития насосов начался с изобретения так называемых вращающихся насосов. Идея использования центробежной силы для подачи жидкостей возникла в XV веке еще у Леонардо да Винчи. Простейший центробежный насос для подачи воды был построен в начале XVII века французским инженером Бланкано, рабочим органом насоса служило открытое вращающееся колесо. В конце XIX в., когда появились быстроходные тепловые, а затем электрические двигатели, центробежные насосы получили более широкое применение.

Третье направление развития устройств для напорной подачи жидкостей объединяет несколько путей создания и совершенствования насосов-аппаратов. Первым вытеснителем производственного назначения была паровая водоотливная установка, предложенная в 1698 году английским инженером Т. Севери. Томас Севери получил патент устройство для подъема воды при помощи движущей силы огня. Из-за отсутствия движущихся частей машины Севери оказались очень надежными и долговечными; теперь их называют термомеханическими насосами. Это была первая машина, способная работать непрерывно.

Идея использования сжатого воздуха для подачи воды высказывалась в 1707 году Папеном и др. инженерами, но практически была применена значительно позже (в XX в.) – в монжусе и в двухкамерном водоподъемнике вытеснения для водяных скважин (конструкция инженера В.П. Савотина, СССР).

С изобретением братьями Монгольфье в 1796 году автоматически действующего гидравлического тарана наметился еще один путь развития устройств для напорной подачи жидкости, принцип действия которых был основан на использовании для подачи воды периодически создаваемых гидравлических ударов. В дальнейшем были предложены различные конструкции гидравлических таранов.

Одной из разновидностей насосов-аппаратов явился водоструйный насос. Первый промышленный образец струйного аппарата применил инженер Нагель в 1866 году (предположительно в Германии) для удаления воды из шахт.

Позднее были созданы различные струйные насосы в виде водо-водяных эжекторов, паро-водяных инжекторов и многие другие. Основы теории струйных насосов были заложены в работах Г. Цейнера и У. Ранкина во второй половине XIX в. и получили существенное развитие в 30-х гг. XX в.

Таким образом, техника подъема и перемещения вначале только воды, а затем нефти и других жидкостей в каждую эпоху в основном соответствовала уровню развития производительных сил и производственных отношений.



Водоподъёмная машина (водоподъёмник) - устройство для безнапорного перемещения жидкости, главным образом воды. В настоящее время водоподъёмными машинами обычно называются машины и механизмы, которые подают жидкость за счёт изменения в ней главным образом потенциальной энергии положения.

Насос – устройство (гидравлическая машина, аппарат или прибор) для напорного перемещения (всасывания и нагнетания) главным образом капельной жидкости в результате сообщения ей внешней энергии (потенциальной и кинетической).



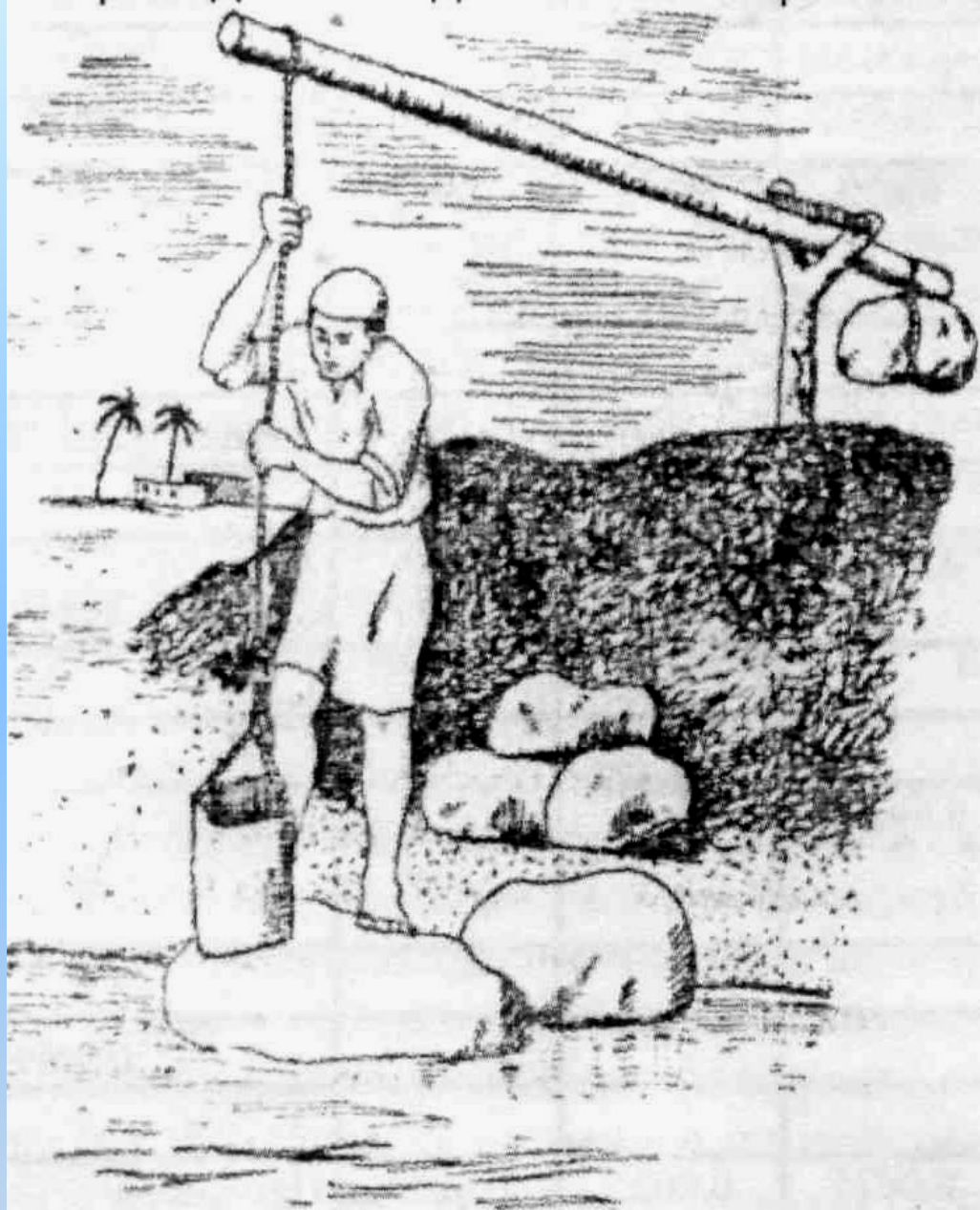


Рисунок 1 - Шадуф



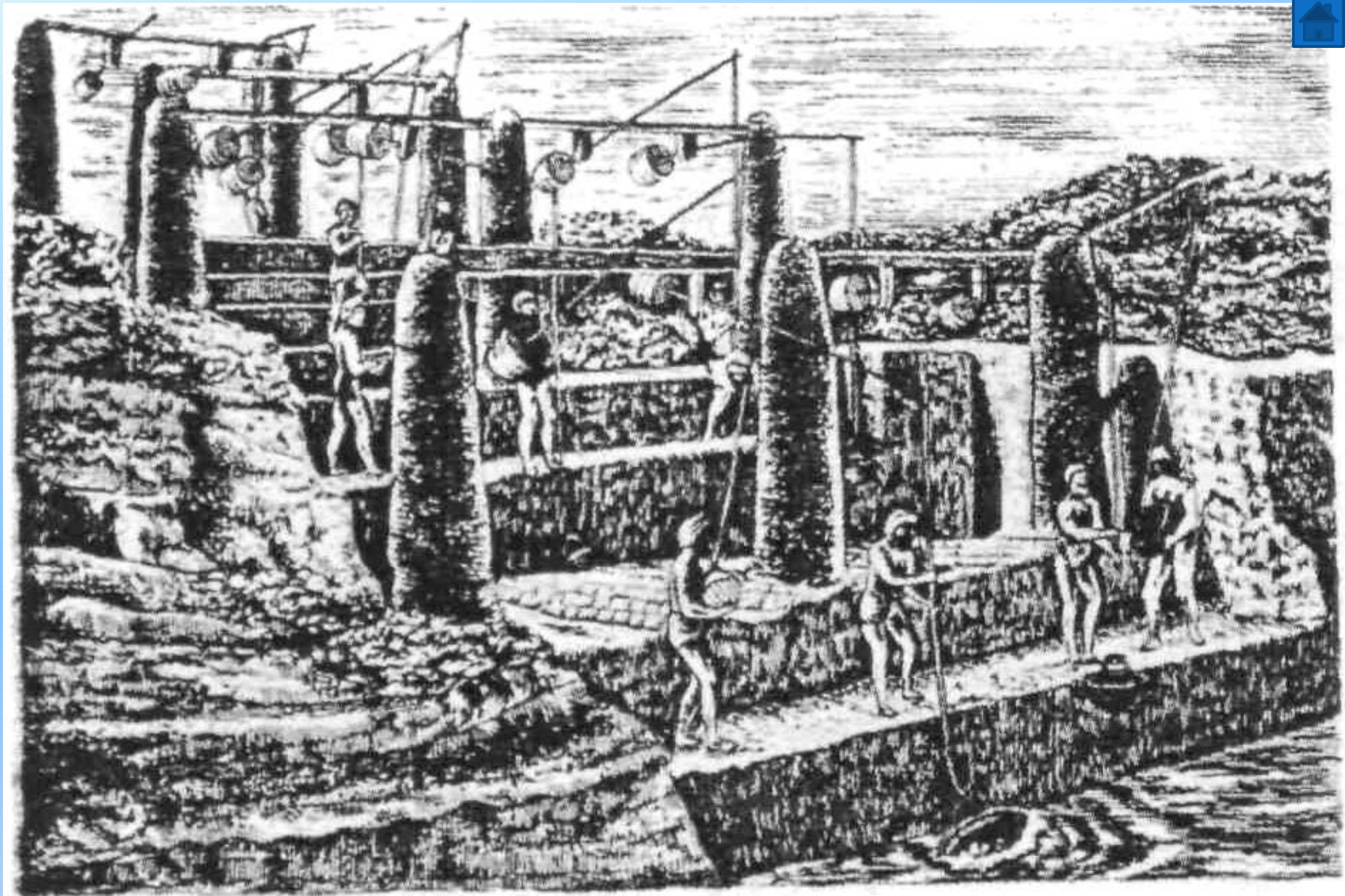


Рисунок 2 - Система шадуфов древних египтян

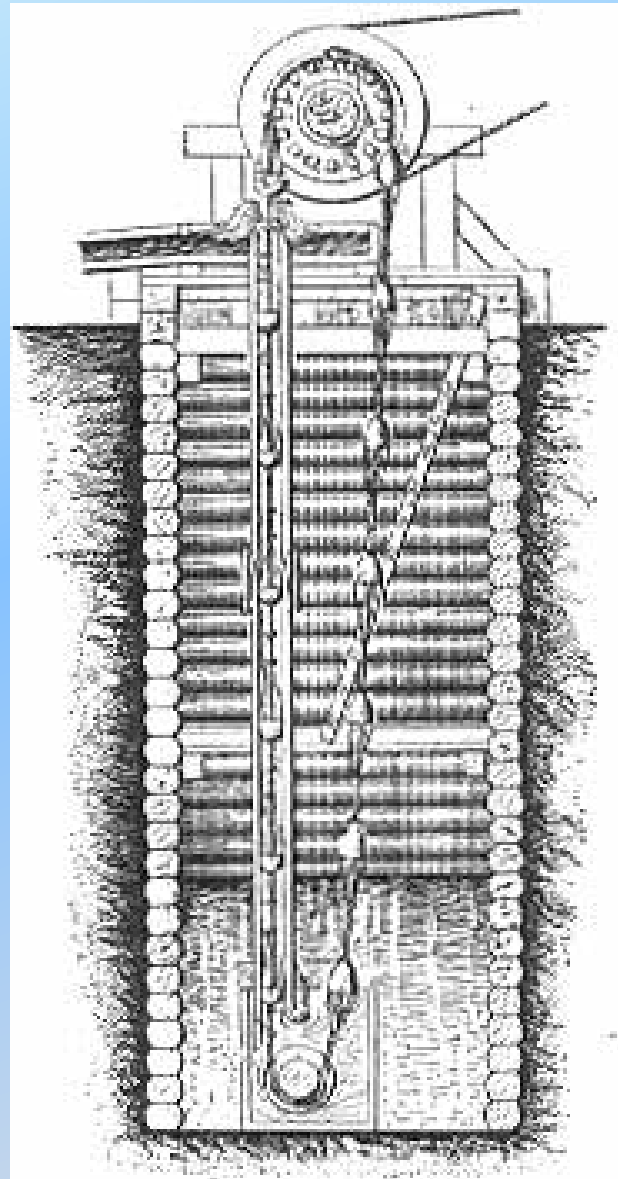


Рисунок 3 - Нория



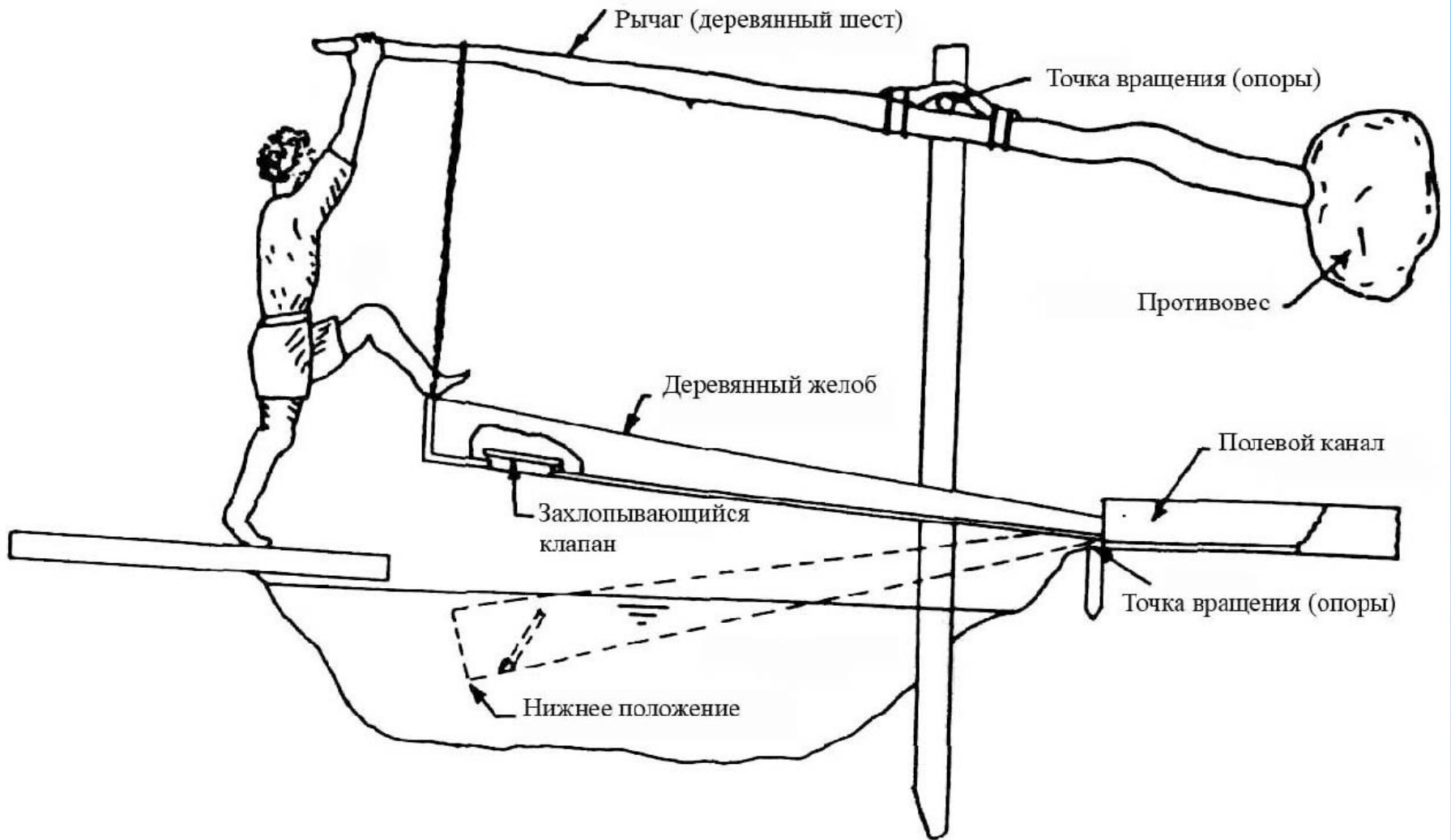


Рисунок 4 - Водоподъемное сооружение, основанное на законе рычага



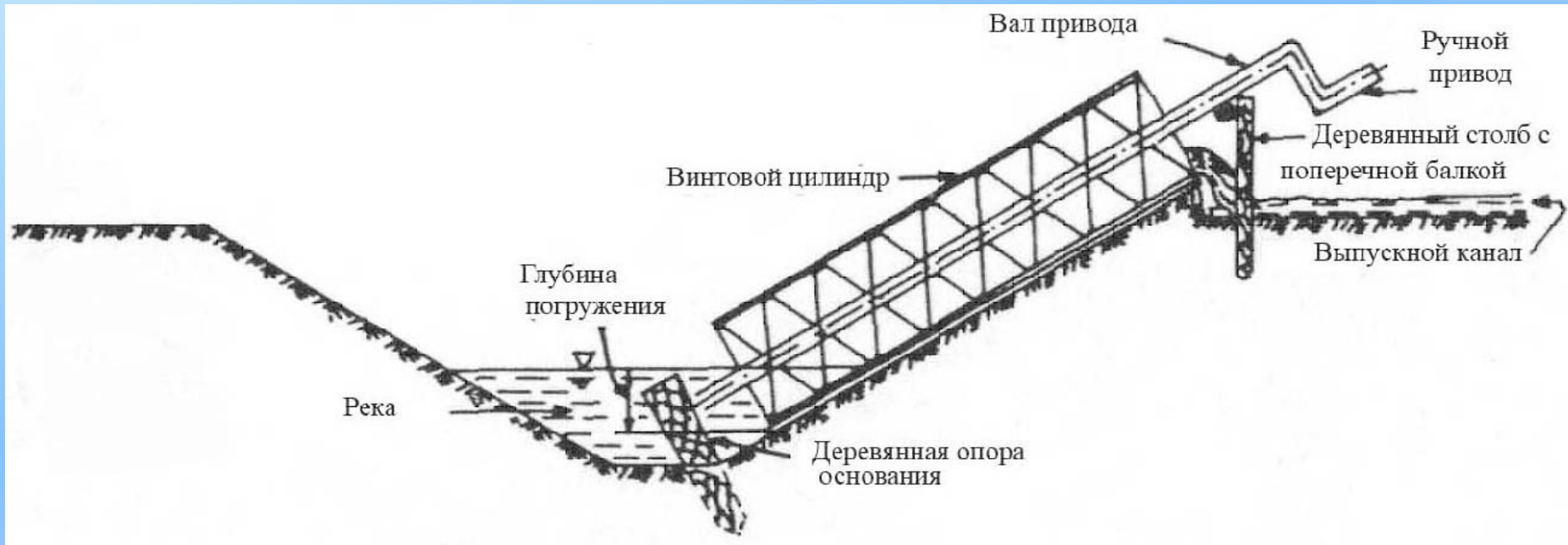


Рисунок 5 - Установка Архимедова винта для подъема воды в реке



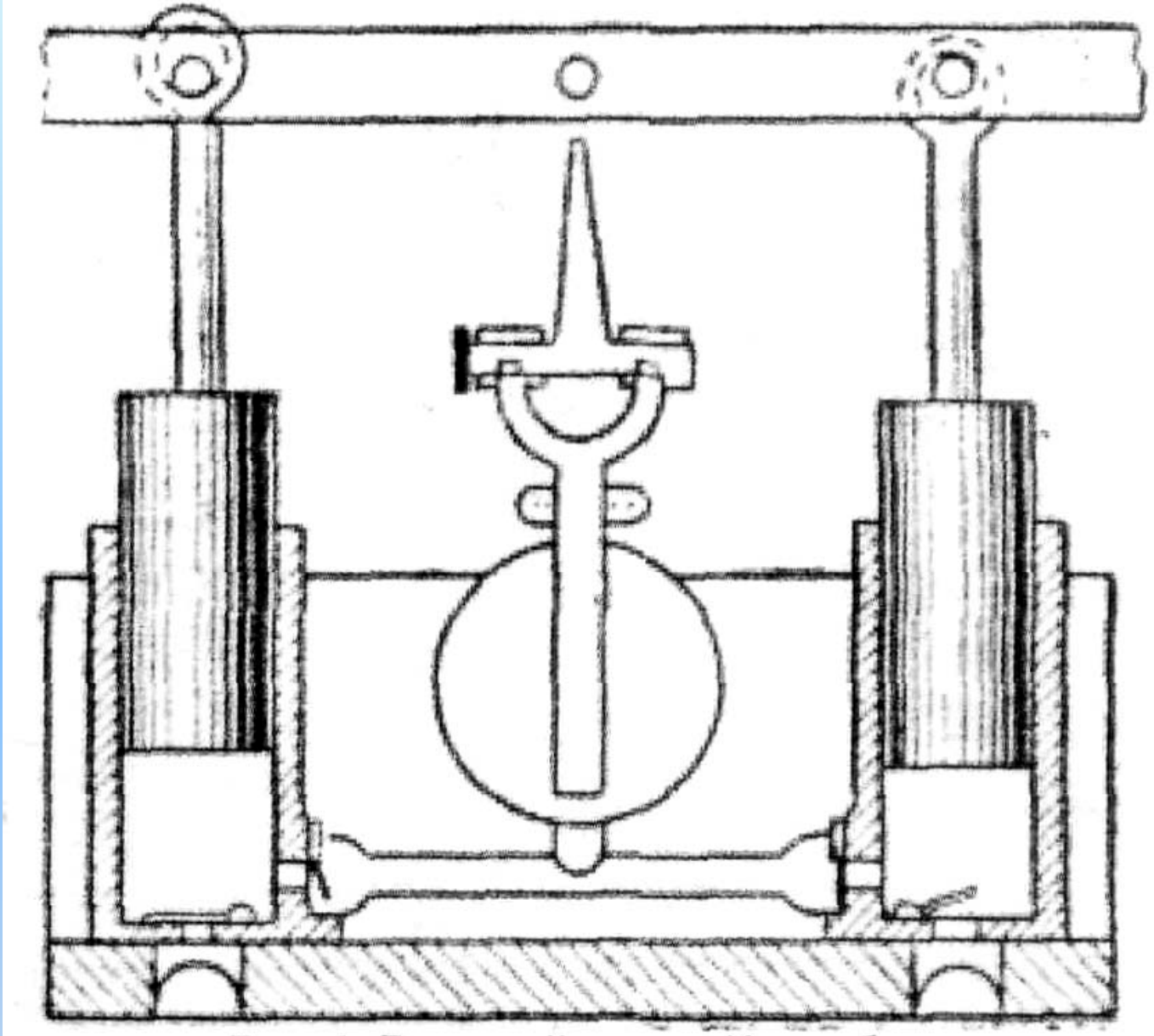


Рисунок 6 - Водяной насос Ктезибия для тушения пожаров (II в. до н.э.)





Рисунок 7 - Водоподъемное колесо на реке
Янцзы (Китай)



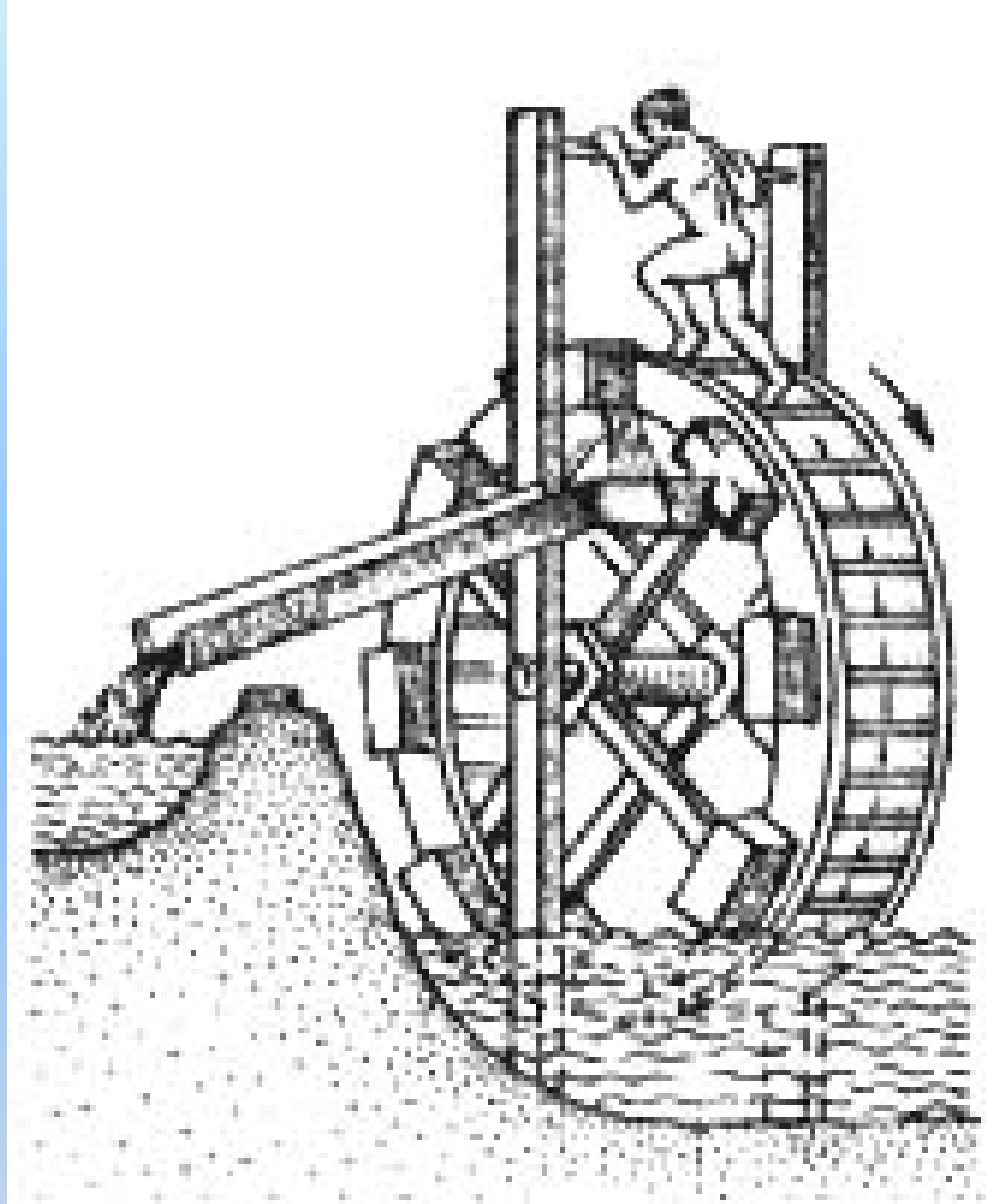
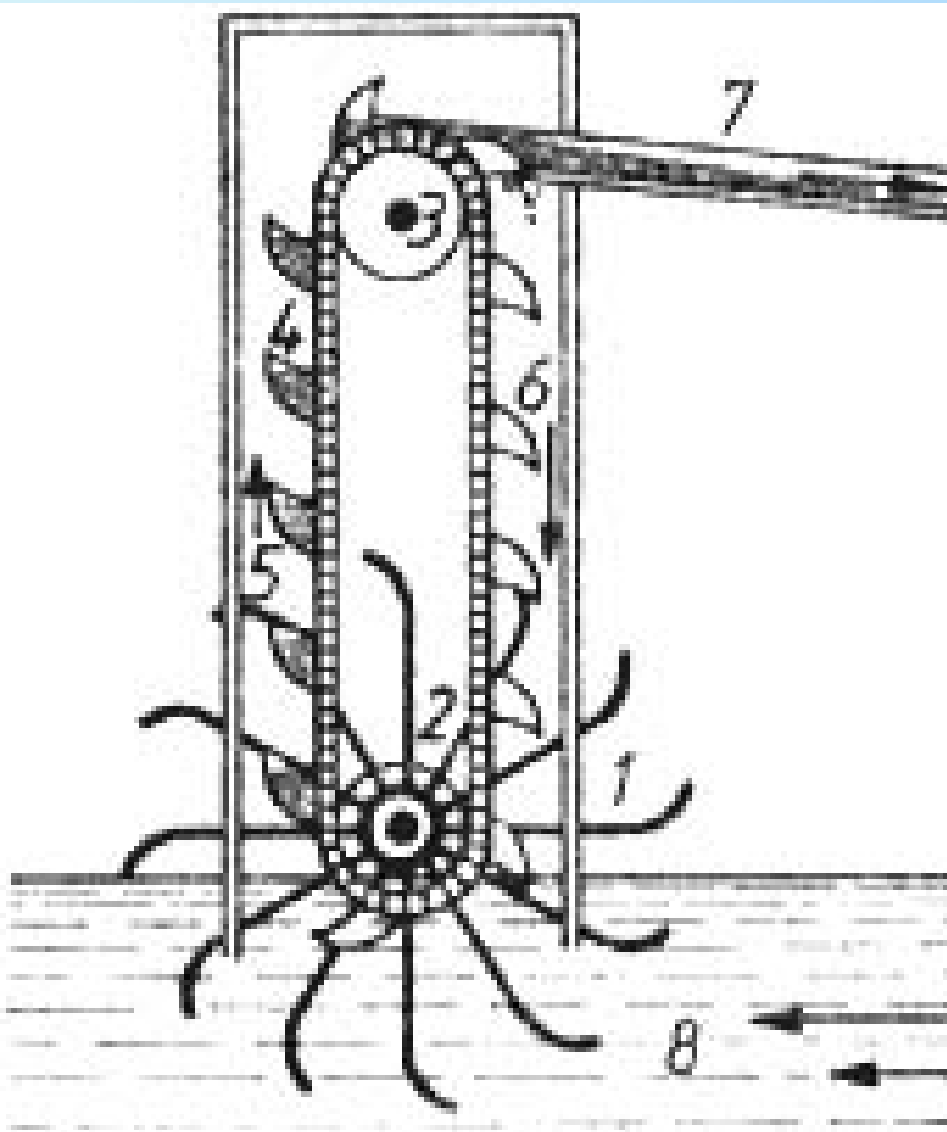


Рисунок 8 - Ступенчатое водоподъемное колесо





Рисунок 9 -
Водоподъемное
самодвижущееся
колесо
(ок. 230 г. до н.э.)



- 1 – ложковидные лопасти;
- 2 – нижний барабан;
- 3 – верхний барабан;
- 4 – цепь;
- 5, 6 – движение ведер;
- 7 – желоб;
- 8 – река.



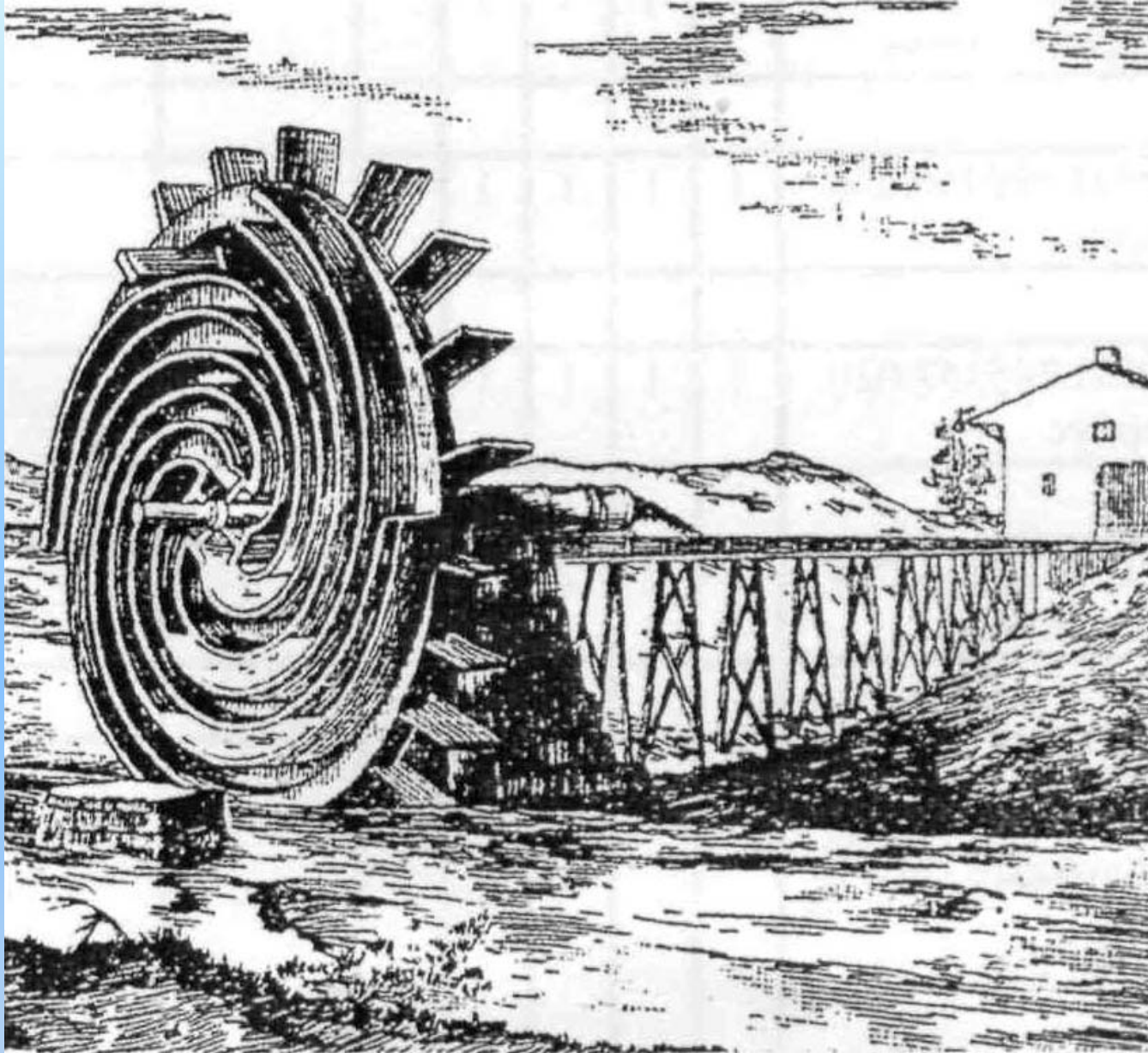


Рисунок 10 - Древнеримское колесо - тимпан



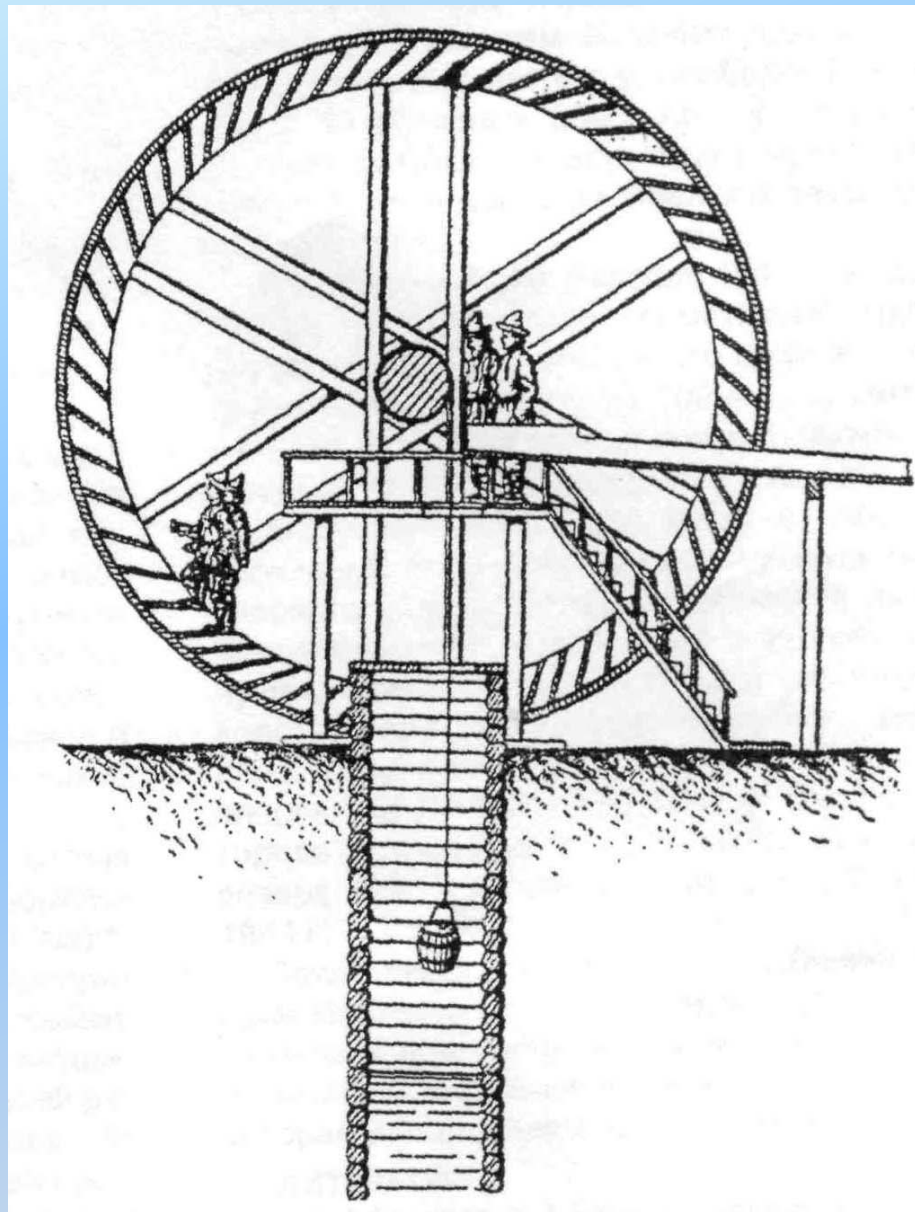


Рисунок 11 - Ступальный механизм поднятия воды



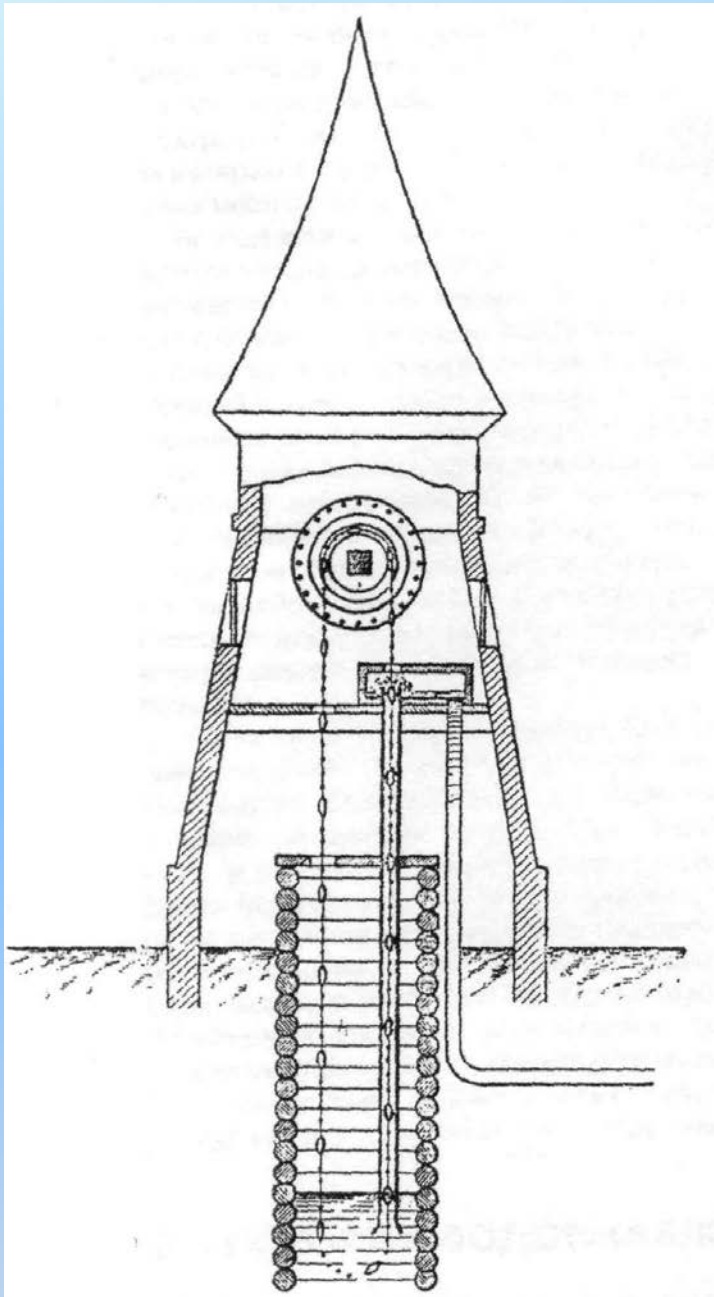


Рисунок 12 - Четочный механизм поднятия воды





Насосы можно также условно разделить на две группы:

1) насосы-машины; 2) насосы-аппараты.

1) Насосы-машины:

лопастные (*центробежные, осевые, вихревые*);

поршневые;

роторные (*шестеренные, коловратные, пластинчатые, винтовые и др.*).

2) Насосы-аппараты:

струйные (*жидкостно-жидкостные и газожидкостные*);

газлифты (*в том числе эрлифты*);

вытеснители (*в том числе паровые и газовые*);

гидравлические тараны;

магнитогидродинамические насосы и др.





Исторически наметились три направления развития насосного оборудования:

- 1) создание поршневых насосов;
- 2) создание вращательных насосов;
- 3) создание гидравлических устройств без движущихся рабочих органов.



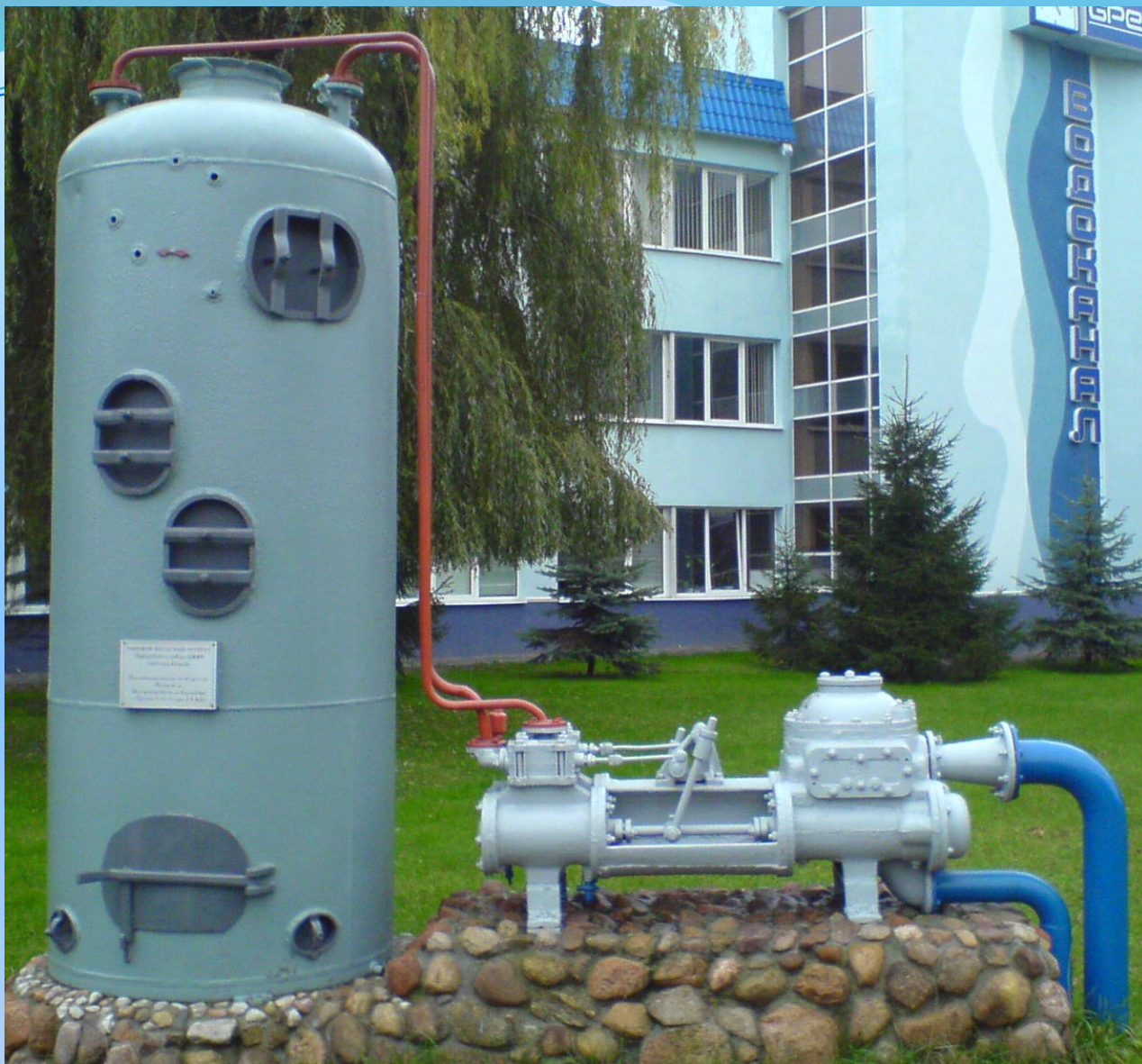


Рисунок 13 - Паровой насосный агрегат, 1949 год, производительность 30-60 м³/час, напор 80 м.



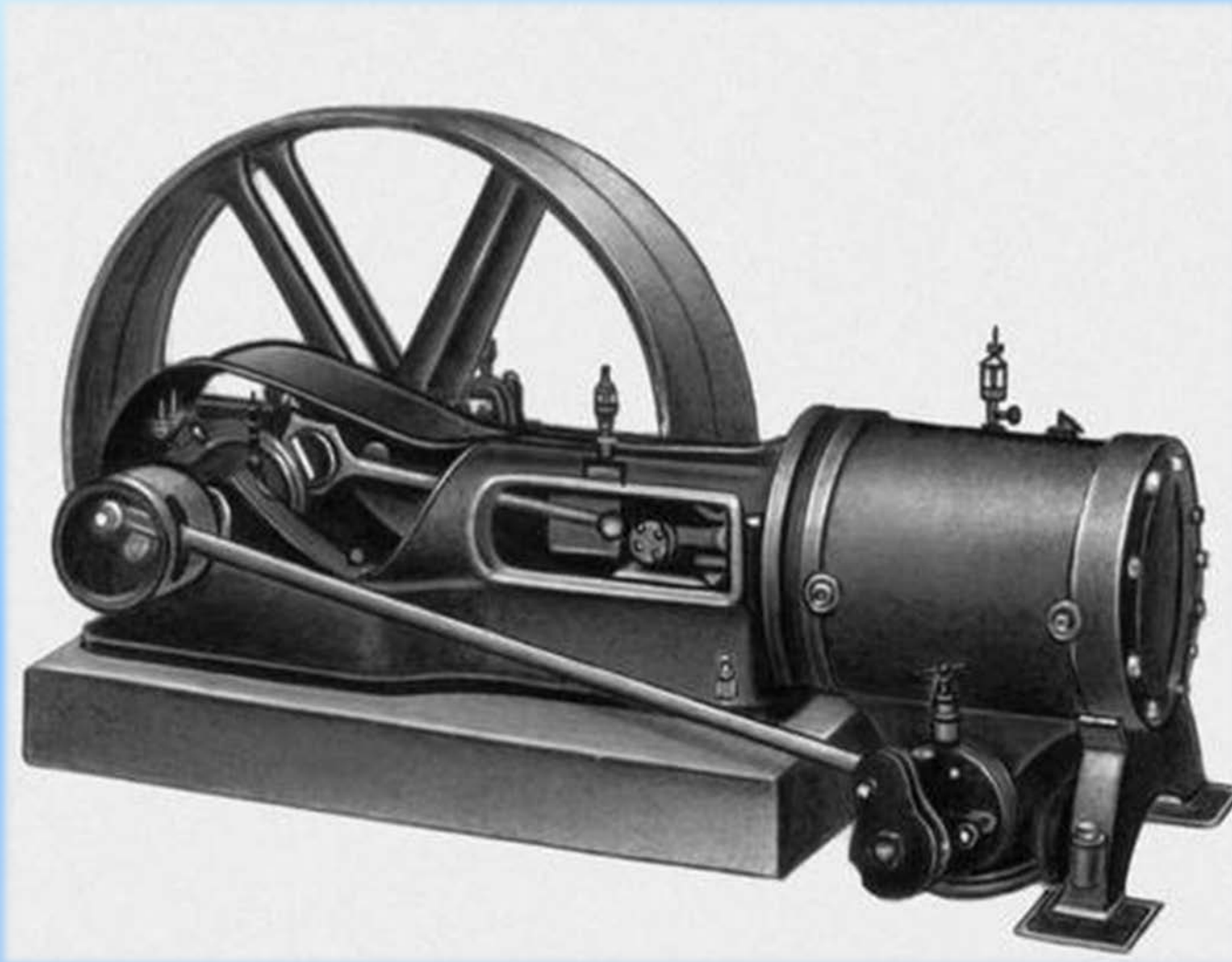


Рисунок 14 - Поршневой насос



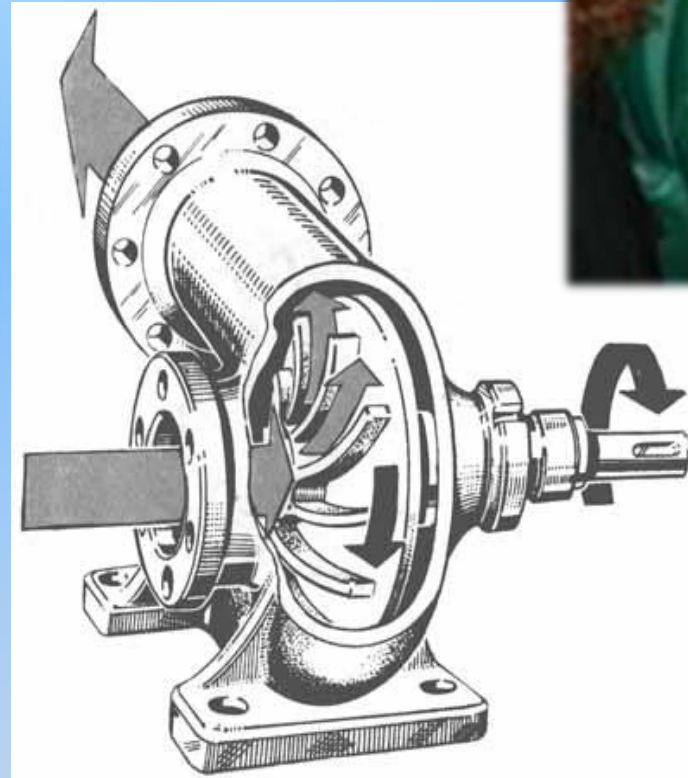


Рисунок 15 - Центробежный насос



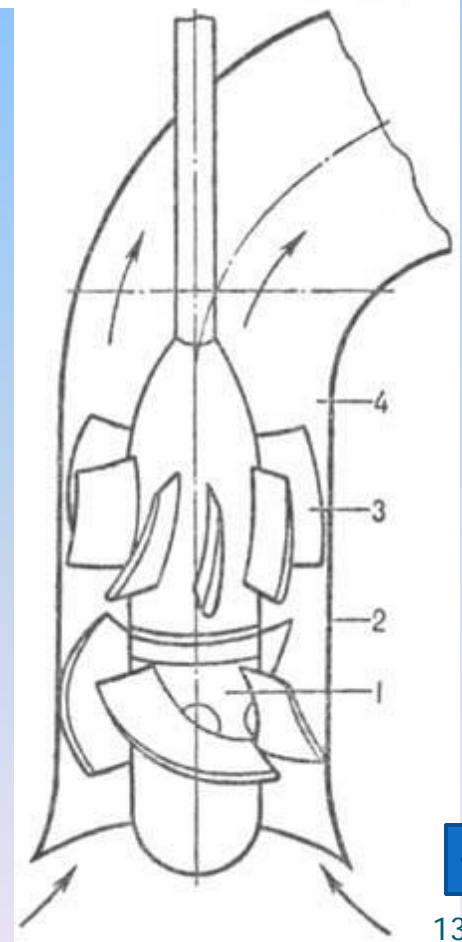
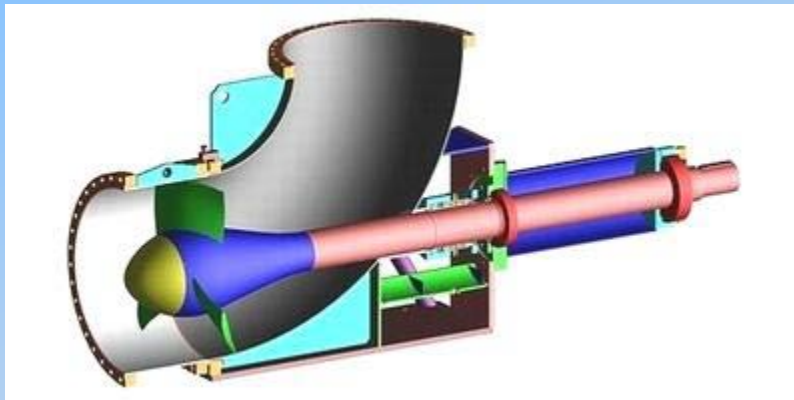


Рисунок 16 - Осевые насосы



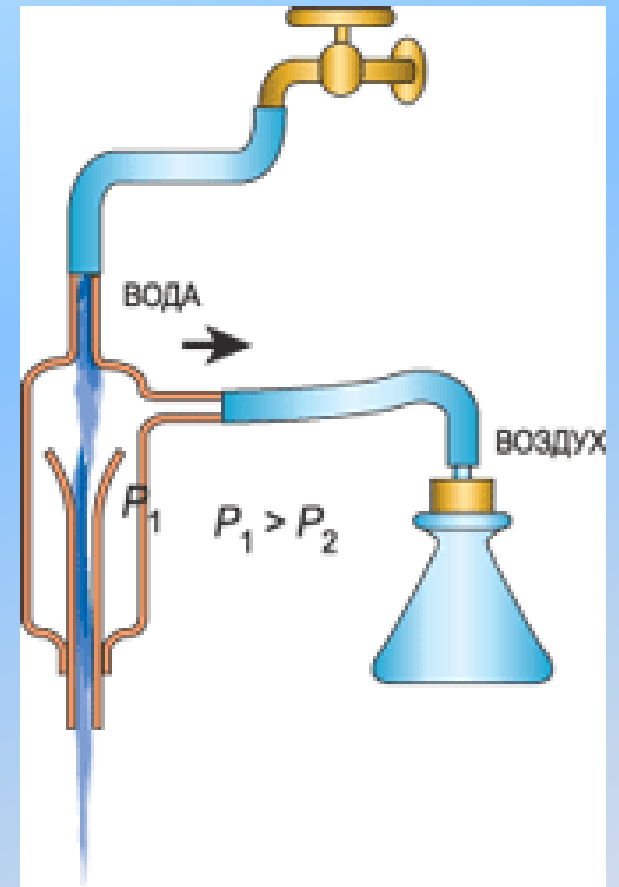
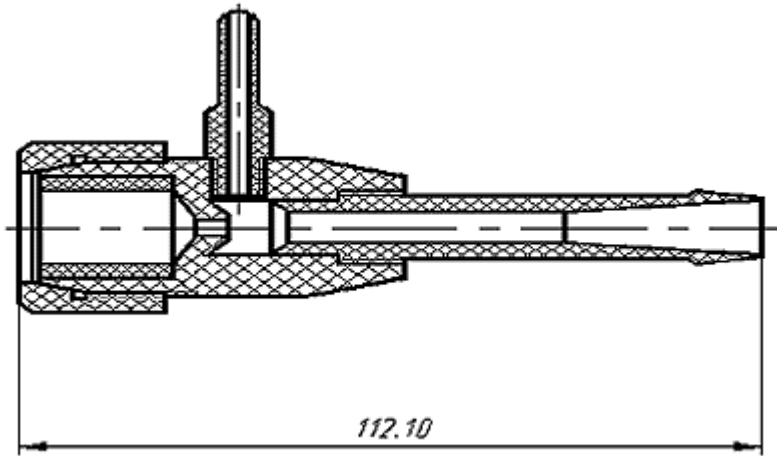


Рисунок 17 - Водоструйный насос





ТЕМА 8

Развитие технологий очистки воды

- 8.1. Развитие технологий очистки питьевой воды.
- 8.2. Развитие технологий очистки сточной воды.

ТЕМА 8. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ.

8.1. Развитие технологий очистки питьевой воды.

8.2. Развитие технологий очистки сточной воды.

8.1. Развитие технологий очистки питьевой воды.

Самые ранние упоминания об очистке воды найдены в древнеегипетских медицинских рукописях на санскрите и древнеегипетских настенных надписях. В рукописях (2000 годом до н.э.), рассказывается, как очистить грязную воду с помощью кипячения в медном сосуде, выдерживания на солнце, фильтрования древесным углем и охлаждения в глиняном кувшине. Уже на ранних египетских рисунках (между XIII–XV веками до н.э.) изображены устройства для осаждения осадка с сифонами, что позволяет предположить использование древними народами квасцов для удаления из воды мелкой взвеси.

В древней Греции врач Гиппократ (V столетии до н.э.), проводил собственные эксперименты в области водоочистки. Он создал теорию «четырёх тканевых жидкостей». Согласно Гиппократу, чтобы поддерживать отличное здоровье, эти четыре жидкости должны находиться в равновесии. Подобно древним народом до него, он ошибочно полагал, что хороший вкус воды означает ее чистоту. Считается, что Гиппократ изобрел «рукав Гиппократа», специальный тканевый мешок, чтобы процеживать дождевую воду для его пациентов.

К концу III века до н.э. мощные системы водоснабжения появились в Риме, Греции, Карфагене и Египте. Цистерны, в которых хранилась вода, служили одновременно отстойниками для осаждения осадка.

Самые старые известные археологические примеры фильтрации воды были найдены в Венеции и ее колониях. Как известно, Венеция располагается на нескольких островах, поэтому основным способом получения пресной воды в течение более 1300 лет был сбор дождевой воды. Вода хранилась в цистернах, многие из которых были совмещены с песчаными фильтрами. Такие цистерны продолжали снабжать Венецию водой до шестнадцатого столетия!

В средние века, между V и XVI веками, водообработка практически не совершенствовалась. Например, английский естествоиспытатель Френсис Бэкон отмечал, что из всех научных исследований за целое тысячелетие только десять было так или иначе связано с очисткой воды! Сам Ф. Бэкон написал трактат, в котором описывал свои эксперименты по очистке воды кипячением, дистилляцией и даже коагуляцией. Эта работа была издана в 1627 году, спустя один год после его смерти. Кроме того, Ф. Бэкон отмечал, что «...очищенная вода способна улучшать здоровье и приносить радость глаз».

В конце XVII века произошли открытия, которые сыграли важную роль в дальнейшем развитии водоподготовки. Антони ван Левенгук изобрел микроскоп. В 1674 году, впервые в истории, исследовал с помощью своего микроскопа микробов. Кстати, научное сообщество того времени не признало существование микроорганизмов, которые наблюдал Левенгук в свой микроскоп, и обвинило ученого в грубой ошибке.

В 1685 году итальянский врач по имени Луи Антонио Порцио разработал первый многоступенчатый фильтр. В фильтре Порцио использовался принцип простого отложения осадка и фильтрования воды через песок. Сам фильтр содержал два отделения (одно с нисходящим потоком, другое – с восходящим).

В 1746 году парижскому ученому Джозефу Эми был выдан первый патент на устройство фильтра, и к 1750 году его фильтры начали выпускаться для бытового применения. Фильтры состояли из губки, древесного угля и шерсти.

В 1806 году большая станция водоподготовки начала работать в Париже. Фильтры станции были изготовлены из песка и древесного угля, и заменялись каждые шесть часов. Насосные машины приводились в движение лошадьми, работающими в три смены. Вода отстаивалась в течение 12 часов перед фильтрацией.

В 1862 году эксперименты Луи Пастера с бактериями окончательно развеяли теорию «витализма» о самопроизвольном зарождении жизни и доказали, что все микроорганизмы являются результатом размножения других микробов. 1870-х доктор Роберт Кох продемонстрировал, что микроорганизмы, существующие в воде, могут являться возбудителями многих болезней (например, тифа и холеры).

Однако применявшиеся в то время методы фильтрации и отстаивания были не способны удалять из воды такие микроорганизмы. Единственным путем для решения такой проблемы является обеззараживание – уничтожение патогенных вирусов и бактерий, существующих в воде.

Одним из методов обеззараживания - озонирование воды. Впервые аппараты для добывания озона были построены в 1858 г. фирмой Сименса и Гальске. Озонатор 1858 г. состоял из трубчатых газоприемников, наполняемых предварительно высушенным атмосферным воздухом, кислород которого частью превращается в озон под действием токов высокого напряжения. Токи, применявшиеся Сименсом и Гальске в 1858 г., имели напряжение едва в несколько десятков вольт; в настоящее время напряжение доводится до 7000 вольт. Первые опыты по обеззараживанию воды озоном были выполнены в 1886 г. во Франции де Меритенсом. Однако этот метод из-за сложности и дороговизны оборудования тогда не нашел широкого распространения.

На рубеже XIX-XX веков появился другой, более простой и дешевый способ дезинфекции воды – хлорирование. Дезинфицирующие качества хлора первый раз использовались в 1846 году в Венском Общем Госпитале в Австрии, чтобы предотвратить лихорадку. Обработка больших количеств воды хлором была применена в Германии в 1894 г. А. Траубе, который использовал в качестве реагента хлорную известь. С 1910 г. в Англии, Германии и США хлорная известь была заменена газообразным хлором. Хлорирование больших количеств воды в России было впервые осуществлено в 1910 г. во время эпидемии холеры в Кронштадте. Первые опыты по применению газообразного хлора были осуществлены в 1917 г. на Петроградской водопроводной станции. Широкое распространение в России (в СССР) хлорирование газообразным хлором получило в 1928-1930 гг. с появлением хлораторов отечественного производства.

Обеззараживание УФ-лучами. В конце XIX века русский ученый А.Н.Маклаков установил бактерицидное действие УФ-лучей с длиной волны 200-295 нм. (макс. эффект – длина волны 260 нм). Все виды бактерий гибли через несколько минут после облучения. В качестве источников применялись ртутные лампы. Первая лампа была сконструирована в 1895 г., а опыты по обеззараживанию питьевой воды начали проводить в 1909 г.

В течение первых двух десятилетий XX века изучался процесс воздушной флотации, мембранные фильтры, флокуляционное осаждение и осветление во взвешенном слое. Вторая мировая война дала толчок развитию технологий опреснения воды, которая потребовалась тогда при ведении боевых действий на море и в пустыне.

8.2. Развитие технологий очистки сточной воды.

Первым методам очистки сточных вод была почвенная очистка на полях орошения и полях фильтрации. Поля орошения, предназначенные для очистки сточных вод и выращивания на них сельскохозяйственных культур, были известны с древних времен. Особенно широкое применение они получили с середины XIX в., когда с развитием промышленности и ростом городов увеличился объем подлежащих удалению с их территории сточных вод. В России первые поля орошения были устроены в Одессе (1887 г.), затем в Киеве (1894 г.) и в Москве (1898 г.). Значительные площади, требуемые для полей фильтрации, и высокая стоимость пригородных земельных участков заставили в конце XIX – начале XX в. разработать искусственные методы очистки, не требующие больших площадей земли.

В начале XX в. для обработки небольших объемов сточных вод в Англии были изобретены септики (септикотенки). Представляли прямоугольный или круглый проточный резервуар, в котором из сточной воды при ее медленном движении выпадают взвешенные вещества. Выпавший осадок подвергается аэробному разложению. Впервые в России очистная станция сточных вод с использованием септикотенков была построена в Царском Селе в 1903 г. В Париже использование септикотенков началось в 1910 году.

По принципу полей орошения были разработаны биофильтры, в которых стоки фильтруются через слой загрузки из щебня, гравия и т.д., на поверхности которых находится биопленка, состоящая из микроорганизмов, которые поглощают содержащиеся в сточной воде органические вещества. Первые биофильтры появились в Англии в 1893 г., в России - в 1908 г. Примерно в 1914 г. появился метод очистки сточных вод с помощью активного ила в аэротенках, который применяется и сейчас как стандартный для глубокой очистки.

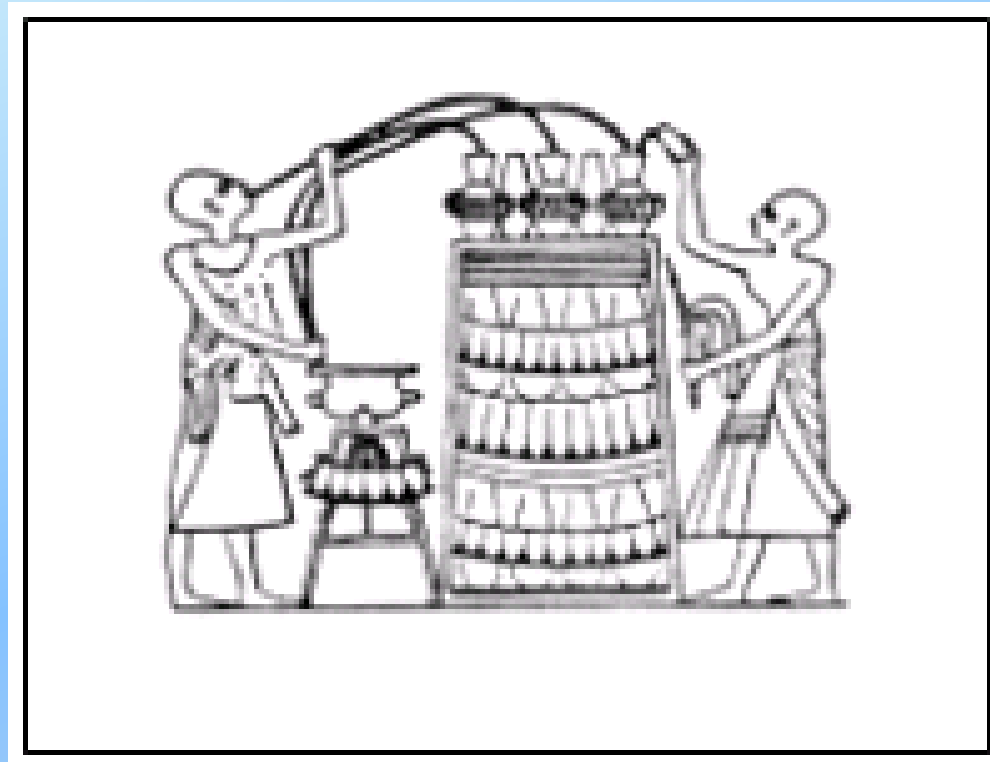
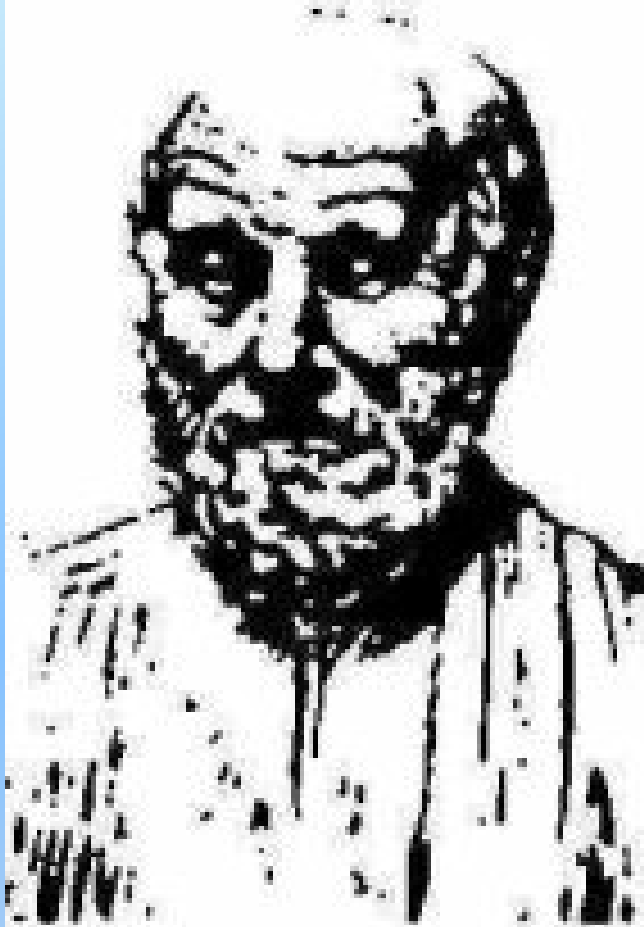


Рисунок 1 - Древнеегипетский рисунок (между XIII–XV веками до н.э.).

Устройство для осаждения осадка с сифонами





Гиппократ ошибочно полагал, что хороший вкус воды означает ее чистоту

Рисунок 2 - Гиппократ (460-377 до н.э.)
Древнегреческий врач





Рисунок 3 -
Френсис Бэкон
(1561-1626),
английский
естествоиспытатель

В средние века, между V и XVI веками, водообработка практически не совершенствовалась. Френсис Бэкон отмечал, что из всех научных исследований за целое тысячелетие только десять было так или иначе связано с очисткой воды!

Сам Ф. Бэкон написал трактат, в котором описывал свои эксперименты по очистке воды кипячением, дистилляцией и даже коагуляцией. Эта работа была издана в 1627 году.





Антони ван Левенгуком - изобретатель микроскопа, основоположник научной микроскопии.

В 1674 году, впервые в истории, исследовал с помощью своего микроскопа микробов.

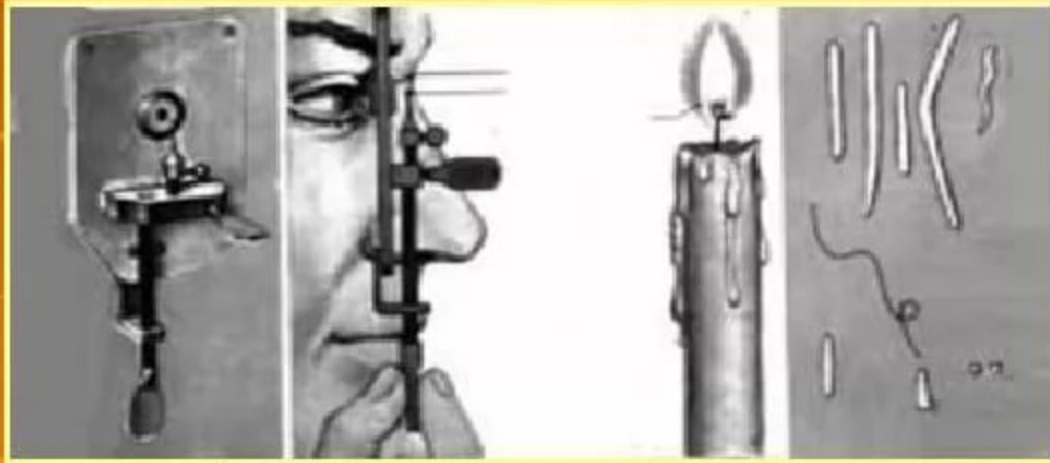
Рисунок 4
Антони ван Левенгук
(1632-1723)

Голландский исследователь





Антони Ван Левенгук



Микроскоп Левенгука (1) и способ его использования (2). Изображения бактерий, которые Левенгук увидел под микроскопом (3)



Изобретатель микроскопа





В 1685 году итальянский врач по имени Лу Антонио Порцио разработал первый многоступенчатый фильтр. В фильтре Порцио использовался принцип простого отложения осадка и фильтрования воды через песок. Сам фильтр содержал два отделения (одно с нисходящим потоком, другое – с восходящим).

1746 году парижскому ученому Джозефу Эми был выдан первый патент на устройство фильтра, и к 1750 году его фильтры начали выпускаться для бытового применения. Фильтры состояли из губки, древесного угля и шерсти.





В 1860-1861 Луи Пастер экспериментальным путем опроверг представления о возможности самозарождения живых существ в современных условиях, и доказал, что все микроорганизмы являются результатом размножения других микробов.

Рисунок 5 -
Луи Пастер
(1822-1895)

Французский
микробиолог и химик





Рисунок 6 -
Роберт Кох
(1843 – 1910)

Немецкий врач и
бактериолог

В 1870-х доктор Роберт Кох продемонстрировал, что микроорганизмы, существующие в воде, могут являться возбудителями многих болезней (например, тифа и холеры и др.).





Обеззараживание – уничтожение патогенных вирусов и бактерий, существующих в воде.

Один из методов обеззараживания - озонирование воды.

Озонирование воды состоит из двух основных операций:

- 1) получения озонированного воздуха в приборах, называемых озонаторами;
- 2) смешения озонированного воздуха с подлежащей обезвреживанию водой в специальных резервуарах.

Озонаторы представляют собой приборы, в которых циркулирующий, предварительно высушенный воздух подвергается действию тихого электрического разряда.

Впервые аппараты для добывания озона были построены в 1858 г. фирмой Сименса и Гальске. Озонатор 1858 г. состоял из трубчатых газоприемников, наполняемых предварительно высушенным атмосферным воздухом, кислород которого частью превращается в озон под действием токов высокого напряжения. Первые опыты по обеззараживанию воды озоном были выполнены в 1886 г. во Франции де Меритенсом.



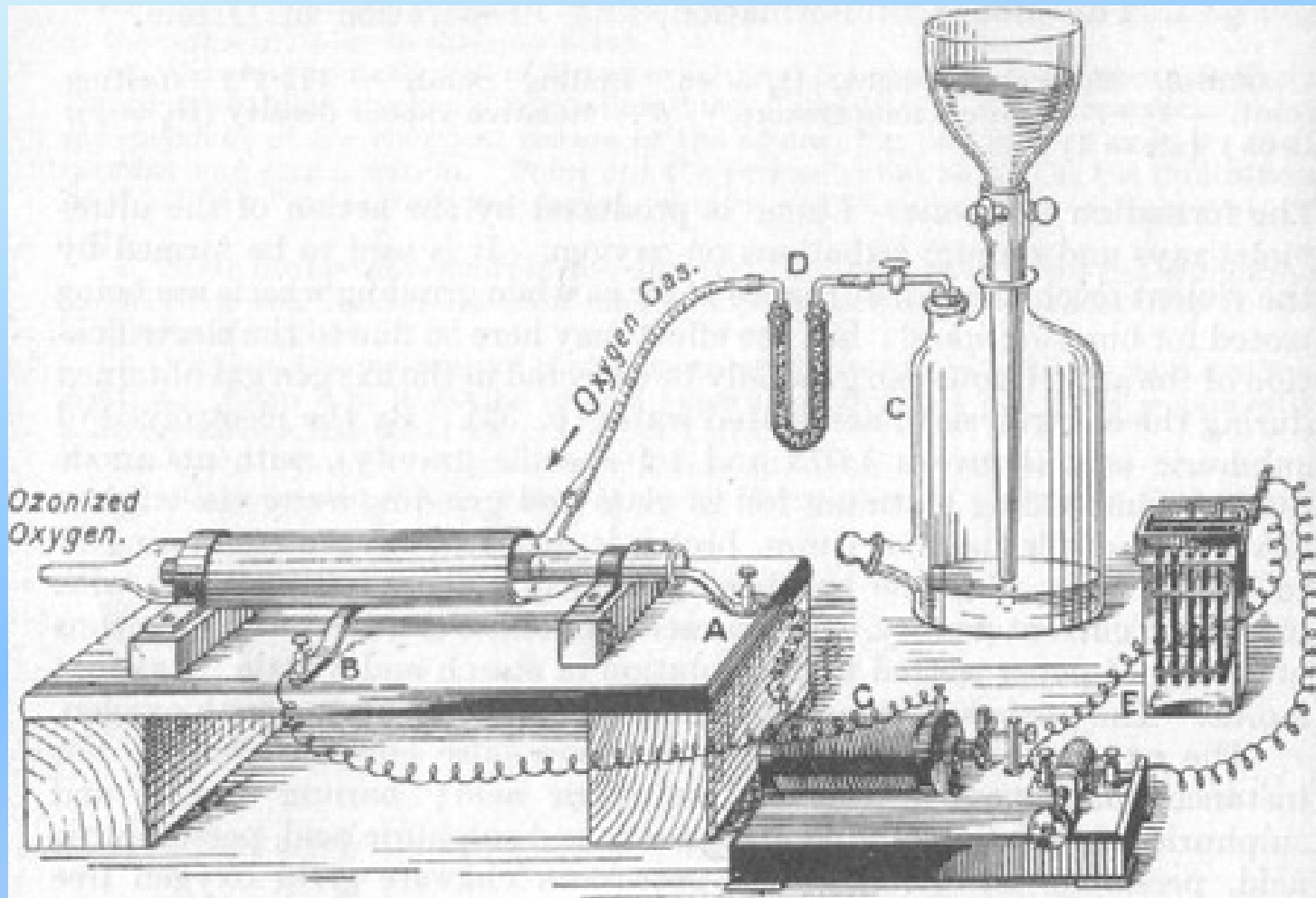


Рисунок 7 - Озонатор Сименс, 1858 г.



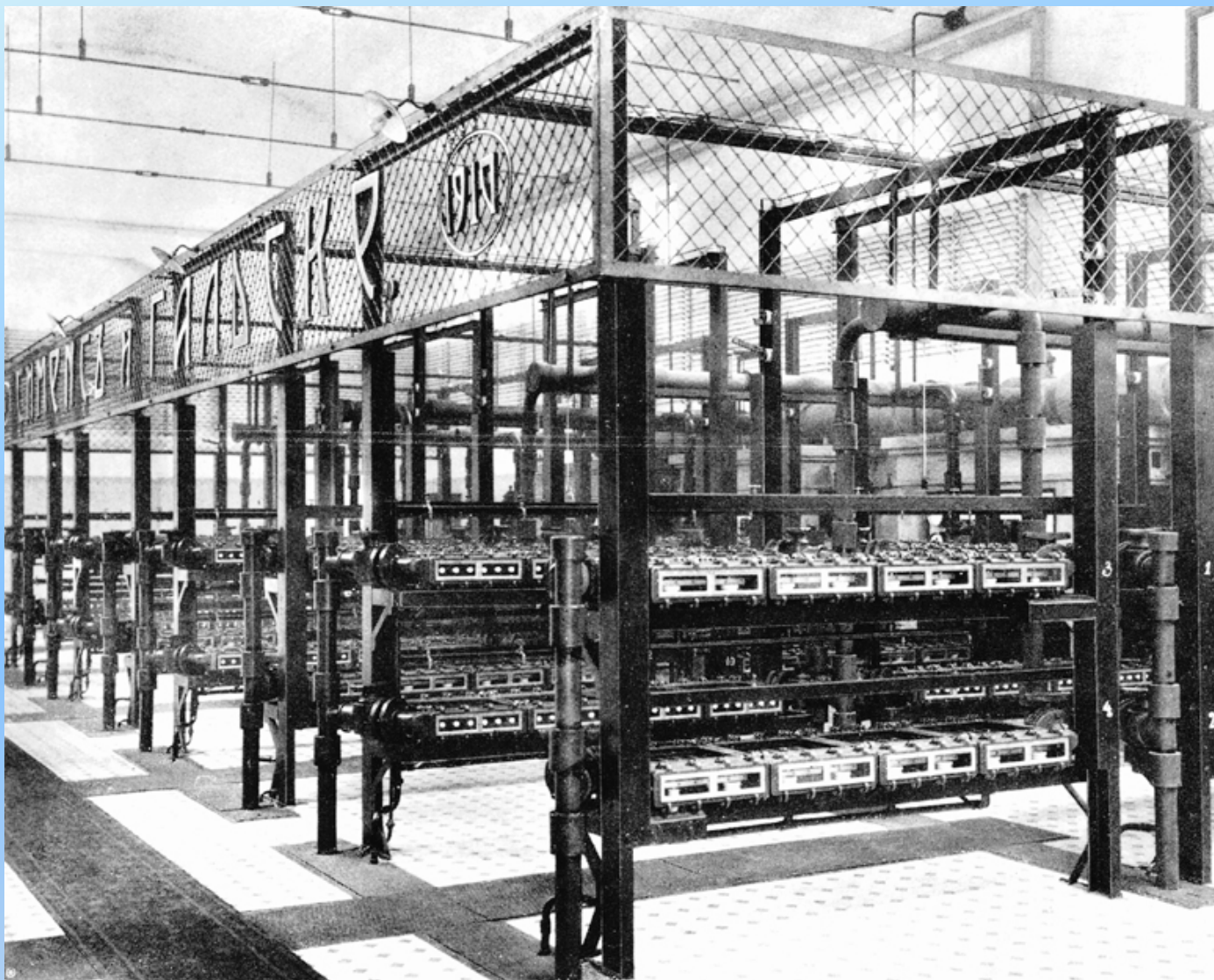


Рисунок 8 - Батарея озонаторов на водоочистительной станции в Санкт-Петербурге (1910 г.)





На рубеже XIX-XX веков появился другой, более простой и дешевый способ дезинфекции воды – **хлорирование**, например, гипохлоритом натрия.

Дезинфицирующие качества хлора первый раз использовались в 1846 году в Венском Общем Госпитале в Австрии, чтобы предотвратить лихорадку.

Обработка больших количеств воды хлором была применена в Германии в 1894 г. А. Траубе, который использовал в качестве реагента хлорную известь.

С 1910 г. в Англии, Германии и США хлорная известь была заменена газообразным хлором.

Хлорирование больших количеств воды в России было впервые осуществлено в 1910 г. Широкое распространение получило в 1928-1930 г. с появлением хлораторов отечественного производства.





Рисунок 9 - Хлоратор ЛОНИИ-100





Рисунок 10 - Электролизная установка





Рисунок 11 – Станция обеззараживания воды УФ-лучами





ТЕМА 9

Общие сведения о системе водоснабжения

- 9.1. Потребление воды и источники водоснабжения
- 9.2. Классификация систем водоснабжения и ее основные элементы.
- 9.3. Основные схемы систем водоснабжения.
- 9.4. Сооружения для забора воды.
- 9.5. Водопроводная сеть.
- 9.6. Водопроводные насосные станции.
- 9.7. Требования к воде хозяйственно-питьевого качества.
- 9.8. Современные методы очистки природных вод.

ТЕМА 9. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

- 9.1. Потребление воды и источники водоснабжения
- 9.2. Классификация систем водоснабжения и ее основные элементы.
- 9.3. Основные схемы систем водоснабжения.
- 9.4. Сооружения для забора воды.
- 9.5. Водопроводная сеть.
- 9.6. Водопроводные насосные станции.
- 9.7. Требования к воде хозяйственно-питьевого качества.
- 9.8. Современные методы очистки природных вод.

9.1. Потребление воды и источники водоснабжения

Потребителями воды являются:

- население городов, поселков и т.д., потребляющее воду для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд;
- промышленные предприятия, использующие воду в технологических процессах и для санитарно-гигиенических, питьевых и хозяйственных нужд;
- служба пожаротушения, использующая воду эпизодически, запас которой должен быть всегда обеспечен;
- жилищно-коммунальные предприятия, потребляющие воду на мойку улиц, площадей и т. п., а также на поливку зеленых насаждений.

Требования, предъявляемые к воде различными потребителями в отношении качества и количества, чрезвычайно разнообразны.

Источники водоснабжения подразделяются на:

- поверхностные - реки, озера, водохранилища, моря, каналы;
- подземные, которые заполняют поры и трещины горных пород ниже поверхности земли.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения целесообразно применять подземные воды с более высокими показателями качества, чем поверхностные воды.

По условиям залегания различают два основных типа подземных вод - безнапорные (грунтовые) и напорные.

Горизонты безнапорных вод не имеют сплошной непроницаемой кровли, и водонасыщенные породы сообщаются с атмосферой. Воды первого от поверхности сплошного водоносного горизонта называются грунтовыми. Грунтовые воды, залегают на небольшой глубине и поэтому подвергаются воздействию гидрометеорологических факторов. Уровень грунтовых вод и их химический состав изменяются в зависимости от сезона, количества осадков, температуры.

Напорные воды заключены между водонепроницаемыми слоями. Напорные воды залегают на более или менее значительной глубине, изолированы от поверхности водоупорными слоями и поэтому менее подвержены загрязнению, чем грунтовые воды.

Водоносный горизонт является напорным, если его область питания расположена на отметках более высоких, чем отметки водоупорной кровли этого горизонта.

9.2. Классификация систем водоснабжения и ее основные элементы.

Система водоснабжения – комплекс инженерных сооружений, предназначенный для забора воды из источника водоснабжения, очистке её до требований потребителей, хранения воды и подачи её в нужном количестве и под требуемым напором.

Классификация систем водоснабжения:

- по назначению – хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные;
- по виду обслуживаемого объекта – городские, поселковые, промышленные;
- по способу подачи воды – напорные, безнапорные;
- по виду источника водоснабжения – из поверхностного, из подземного.

Система водоснабжения состоит из следующих сооружений:

- водоприемные сооружения, при помощи которых осуществляется прием воды из природных источников;

- водоподъемные сооружения, т. е. насосные станции, подающие воду к местам её очистки, хранения или потребления;
- сооружения для очистки воды;
- водоводы и водопроводные сети, служащие для транспортирования и подачи воды к местам её потребления;
- башни и резервуары, играющие роль регулирующих и запасных емкостей.

9.3. Основные схемы систем водоснабжения.

В зависимости от вида водоисточника возможны следующие общие схемы водопроводов:

- а) схема подачи воды из поверхностных водоисточников;
- б) схема подачи воды из подземных водоисточников.

Вода из *поверхностного источника* водоснабжения поступает в речной водозабор, состоящий из оголовка, самотечной линии и берегового колодца. Из берегового колодца вода забирается насосами I-го подъема и по водоводам I-го подъема поступает на водоочистную станцию, где она очищается до требований потребителя. Очищенная вода самотеком поступает в резервуары чистой воды (РЧВ), в которых хранится регулирующий запас воды, запас воды на пожаротушение в населенном пункте и запас воды на собственные нужды очистной станции (промывная вода для фильтров, для приготовления растворов реагентов и т.д.). Из РЧВ вода забирается насосами II-го подъема и по водоводам направляется в водопроводную сеть города. Вода поступает потребителям через магистральные трубопроводы, распределительную сеть и вводы. Для регулирования расходов воды в сети и поддержания требуемого напора может устраиваться водонапорная башня.

При заборе воды из *подземных водоисточников* с помощью водозаборной скважин функцию насосной станции I-го подъема выполняют погружные электронасосы, опущенные в скважину. Вода подается этими насосами по отводным трубопроводам, сборному коллектору и водоводам I-го подъема на водоочистную станцию.

9.4. Сооружения для забора воды.

Сооружения для забора воды из поверхностных источников.

Конструкция водоприемника и в целом водозаборных сооружений для поверхностных водоисточников зависит от: колебания горизонтов источника, длительности стояния высоких вод, скорости движения воды в реках, горизонта ледохода и толщины льда, а также от профиля поперечного сечения реки, озера, характера грунта и качества воды (чистая, мутная).

По месту расположения водоприемники подразделяются на русловые и береговые. Русловые водоприемники забирают воду на некотором расстоянии от берега. Береговые водоприемники производят прием воды у берега водоисточника.

На глубоких реках с чистой водой применяют русловые водоприемники.

Простейший водоприемник представляет собой чугунную или стальную трубу, вода из которой подается в водоприемный колодец и затем забирается насосами I подъема и перекачивается на очистные сооружения или в запасной резервуар (если очистка воды не требуется; например, при подаче воды для тушения пожара или на производственные нужды).

Если вода в реке чистая и берега крутые, применяют водоприемники берегового типа. Береговые водоприемники могут быть раздельными или совмещенными с насосной станцией I подъема.

Сооружения для забора воды из подземных источников.

В качестве подземных вод используются грунтовые воды со свободной поверхностью, а также межпластовые и артезианские воды.

Для забора подземных вод применяют:

- каптажные камеры;
- горизонтальные водосборы (при глубине водоносного слоя до 8 м);
- лучевые водосборы (при глубине водоносного слоя не более 20 м);
- шахтные колодцы (при водоносном слое, залегающем на глубине 20-60 м);
- трубчатые колодцы (при глубине водоносного слоя более 20 - 30 м).

9.5. Водопроводная сеть.

Водопроводная сеть - совокупность водопроводных линий (трубопроводов) для подачи воды к местам потребления. К линиям водопроводной сети (обычно прокладываемым вдоль улиц и проездов) присоединяются так называемые домовые ответвления (трубы), по которым вода подаётся в отдельные здания. Внутри зданий устраиваются внутренние (внутридомовые) водопроводные сети, подводящие воду к водоразборным кранам. В отличие от них, основная водопроводная сеть (прокладываемая вне зданий) называется наружной (уличной, дворовой). Для устройства водопроводной сети применяют водопроводные трубы. Выбор типа труб зависит от величины требуемого напора в водопроводной сети, характера грунтов, способа прокладки, а также от экономических факторов.

Водопроводные сети оборудуются запорной арматурой — задвижками и вентилями для выключения отдельных участков сети) и водоразборными устройствами — пожарными гидрантами, иногда — уличными водоразборными колонками (в районах, ещё не полностью обеспеченных домовыми вводами).

Водопроводные сети должны обеспечивать надёжное и бесперебойное снабжение водой потребителей. Этому условию отвечает устройство *кольцевых водопроводных сетей*, состоящих из смежных замкнутых контуров-колец, расположение которых зависит от планировки города. В *разветвлённых (тупиковых)* водопроводных сетях при аварии на любом участке прекращается подача воды во все участки сети, лежащие за поврежденным; поэтому разветвлённые сети могут устраиваться лишь в тех случаях, когда допустимы перерывы в снабжении водой. Все водопроводные сети, в которых предусматривается подача воды для тушения пожаров, как правило, устраивают кольцевыми.

9.6. Водопроводные насосные станции.

Водопроводные насосные станции – это комплекс гидротехнических сооружений, гидромеханического и энергетического оборудования, предназначенные для забора воды и подачи ее на очистные сооружения или в водопроводную сеть.

По назначению водопроводные насосные станции подразделяются на насосные станции I-го подъема, II-го подъема, повысительные и циркуляционные.

I-го подъема – предназначаются для подачи воды из источника водоснабжения на очистные сооружения.

II-го подъема – предназначаются для подачи воды с очистных сооружений потребителю.

Повысительные – для повышения напора в водопроводной сети.

Циркуляционные – устраивают на промышленных предприятиях, для подачи отработавшей воды на охлаждающие устройства и возврата этой же воды обратно на предприятие.

Наиболее распространенный тип насосов – центробежные насосы. Работа этих насосов основана на общем принципе - силовом взаимодействии лопастей рабочего колеса с обтекающим их потоком перекачиваемой жидкости.

9.7. Требования к воде хозяйственно-питьевого качества.

Основные требования к воде хозяйственно-питьевого назначения приведены в СанПиН 10-124-РБ99 «Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества». Минздрав РБ, Минск, 1999. В таблице 1 приведены значение некоторых показателей качества питьевой воды по СанПиН 10-124-РБ99 .

Таблица 1 - Значение некоторых показателей качества питьевой воды по СанПиН 10-124-РБ99

№ п/п	Наименование показателей	Норматив по СанПиН, мг/л
1.	Общее микробное число (число образующихся колоний бактерий в 1 см ³)	Не более 50
2.	Общие колиформные бактерии (число бактерий в 100 мл)	Отсутствие в 300 мл
Санитарно-токсикологические показатели (неорганические вещества)		
3.	Алюминий Al ³⁺ , мг/л (мг/дм ³)	0,5

№ п/п	Наименование показателей	Норматив по СанПиН, мг/л
4.	Барий Ba^{2+} , мг/л (мг/дм ³)	0,1
5.	Бериллий Be^{2+} , мг/л (мг/дм ³)	0,002
6.	Бор В (суммарно)	0,5
7.	Кадмий Cd (суммарно)	0,001
8.	Молибден Мо (суммарно)	0,25
9.	Мышьяк As (суммарно)	0,05
10.	Никель Ni (суммарно)	0,1
11.	Ртуть (суммарно)	0,0005
12.	Свинец Pb (суммарно)	0,03
13.	Селен Se (суммарно)	0,01
14.	Стронций Sr^{2+}	7,0
15.	Цианиды CN^-	0,035
Органолептические (неорганические вещества)		
16.	Железо Fe (суммарно), мг/л (мг/дм ³)	0,3-1,0*
17.	Марганец Mn (суммарно), мг/л (мг/дм ³)	0,1-0,5
18.	Медь Cu (суммарно)	1,0
19.	Нитраты (по NO_3^-)	45
20.	Сульфаты SO_4^{2-}	500
21.	Хлориды Cl^-	350
22.	Цинк Zn^{2+}	5,0
Обобщенные показатели		
23.	рН	6-9
24.	Общая минерализация (сухой остаток)	1000-5000*
25.	Жесткость общая, мг-экв/л	7-10
26.	Окисляемость перманганатная, мг/л	5,0
27.	Нефтепродукты (суммарно)	0,1
28.	ПАВ анионоактивные	0,5
29.	Фенольный индекс, мг/л	0,25
30.	Фториды (F^-)	1,5
Органолептические показатели		
31.	Запах, баллы	2
32.	Привкус, баллы	2
33.	Цветность, град.	20(35)
34.	Мутность по каолину, мг/л	1,5-2*

* – по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы (СЭС)

9.8. Современные методы очистки природных вод.

Очистка воды из поверхностных источников водоснабжения.

Основными методами очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения являются осветление, обесцвечивание, обеззараживание и дезодорация.

Осветление воды путем осаждения взвешенных веществ

Эту функцию выполняют осветлители, отстойники и фильтры. В осветлителях и отстойниках вода движется с замедленной скоростью, вследствие чего происходит выпадение в осадок взвешенных частиц. В целях осаждения мельчайших коллоидных частиц, которые могут находиться во взвешенном состоянии неопределенно долгое время, к воде прибавляют раствор коагулянта (обычно сернокислый алюминий, железный купорос или хлорное железо). В результате реакции коагулянта с солями многовалентных металлов, содержащимися в воде, образуются хлопья, увлекающие при осаждении взвеси и коллоидные вещества.

Коагуляцией примесей воды называют процесс укрупнения мельчайших коллоидных и взвешенных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения.

Фильтрование - самый распространенный метод отделения твердых частиц от жидкости. При этом из раствора могут быть выделены не только диспергированные частицы, но и коллоиды. В процессе фильтрования происходит задержание взвешенных веществ в порах фильтрую-

щей среды и в биологической пленке, окружающей частицы фильтрующего материала. Вода освобождается от взвешенных частиц, хлопьев коагулянта и большей части бактерий.

Обесцвечивание воды

Обесцвечивание воды, т.е. устранение или обесцвечивание различных окрашенных коллоидов или полностью растворенных веществ может быть достигнуто коагулированием, применением различных окислителей (хлор и его производные, озон, перманганат калия) и сорбентов (активный уголь, искусственные смолы).

Обеззараживание воды

Обеззараживание воды или ее дезинфекция, заключается в полном освобождении воды от болезнетворных бактерий. Так как полного освобождения ни отстаивание, ни фильтрование не дают, дезинфекция воды может быть достигнута: введением в воду сильных окислителей, способных убивать ферменты бактериальных клеток; нагреванием воды до температуры 80°C (пастеризация) - 100°C (стерилизация); облучением воды ультрафиолетовыми лучами; озонированием (наиболее эффективный метод обеззараживания воды, однако он весьма дорог); воздействием ультразвуком; введением в воду серебра или других металлов, обладающих олигодинамическим действием на микроорганизмы.

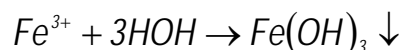
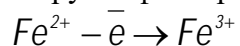
Дезодорация воды

Дезодорация воды применяется для удаления из воды веществ, вызывающих нежелательные привкусы и запахи. Установка для дезодорации воды проектируется перед фильтрами.

Для дезодорации воды применяют следующие методы обработки: аэрацию, окисление хлором, озоном, перманганатом калия и другими окислителями; сорбцию активным углем. Аэрация воды является наиболее простым способом ее дезодорации, основанным на летучести большинства веществ, обуславливающих привкусы и запахи. Для удаления из воды запахов, обусловленных жизнедеятельностью микроорганизмов и водорослей, успешно применяют хлор и озон. Активный уголь является наиболее универсальным средством для дезодорации воды.

Очистка воды из подземных источников водоснабжения.

Одним из методов *обезжелезивания воды* является метод упрощенной аэрации. В природной воде железо находится в растворенном состоянии в форме двухвалентного железа. При контакте воды с кислородом воздуха происходит окисления железа (II) до трехвалентного железа. При взаимодействии железа (III) с водой образуется гидроксид железа (III), хлопья которого задерживаются в загрузке фильтра.



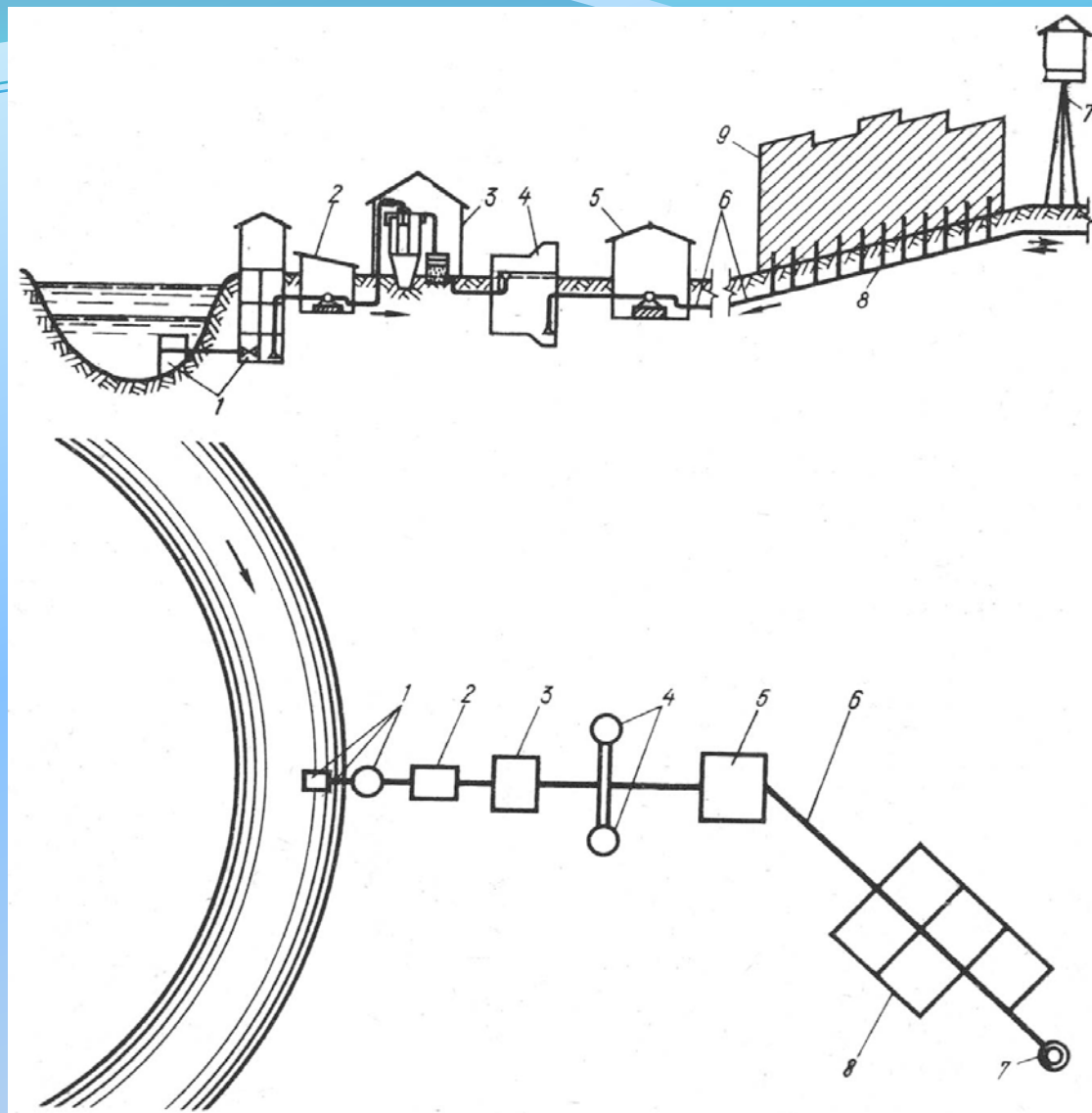


Рисунок 1 - Схема водоснабжения при использовании поверхностных вод



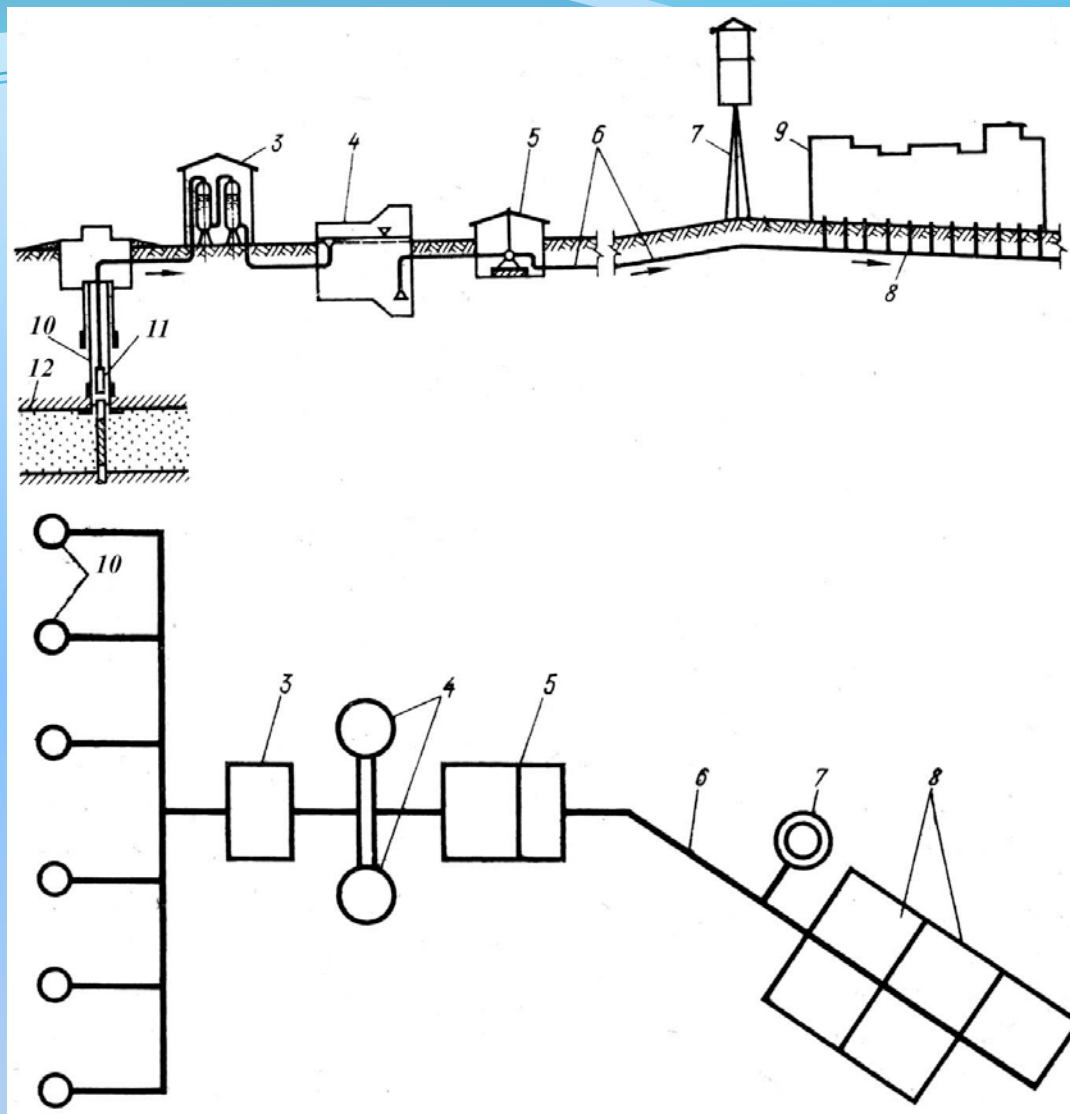


Рисунок 2 - Схема водоснабжения при использовании подземных вод



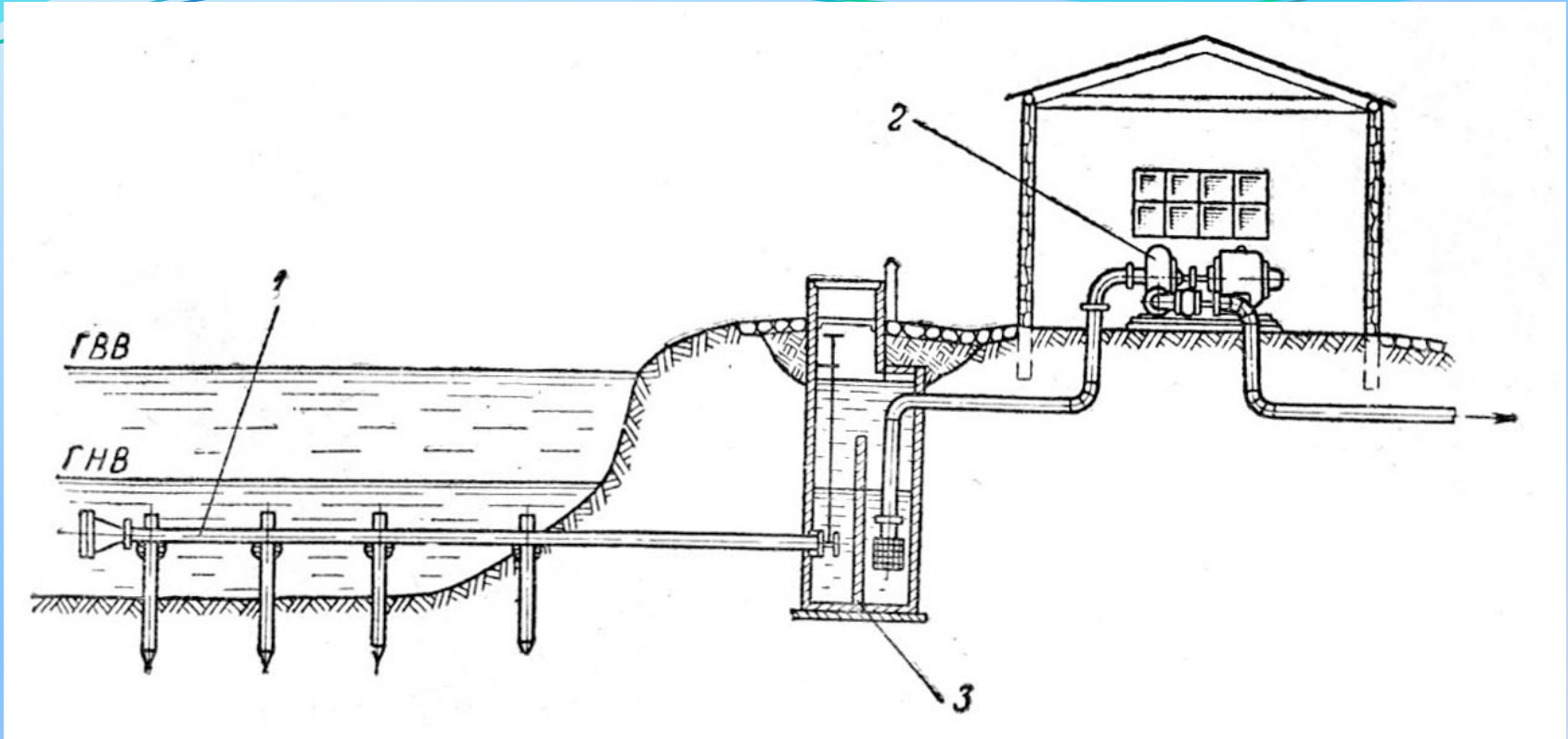


Рисунок 3 - Руслевой водоприемник

1- труба; 2 – насосы I подъема; 3 – водоприемный колодец



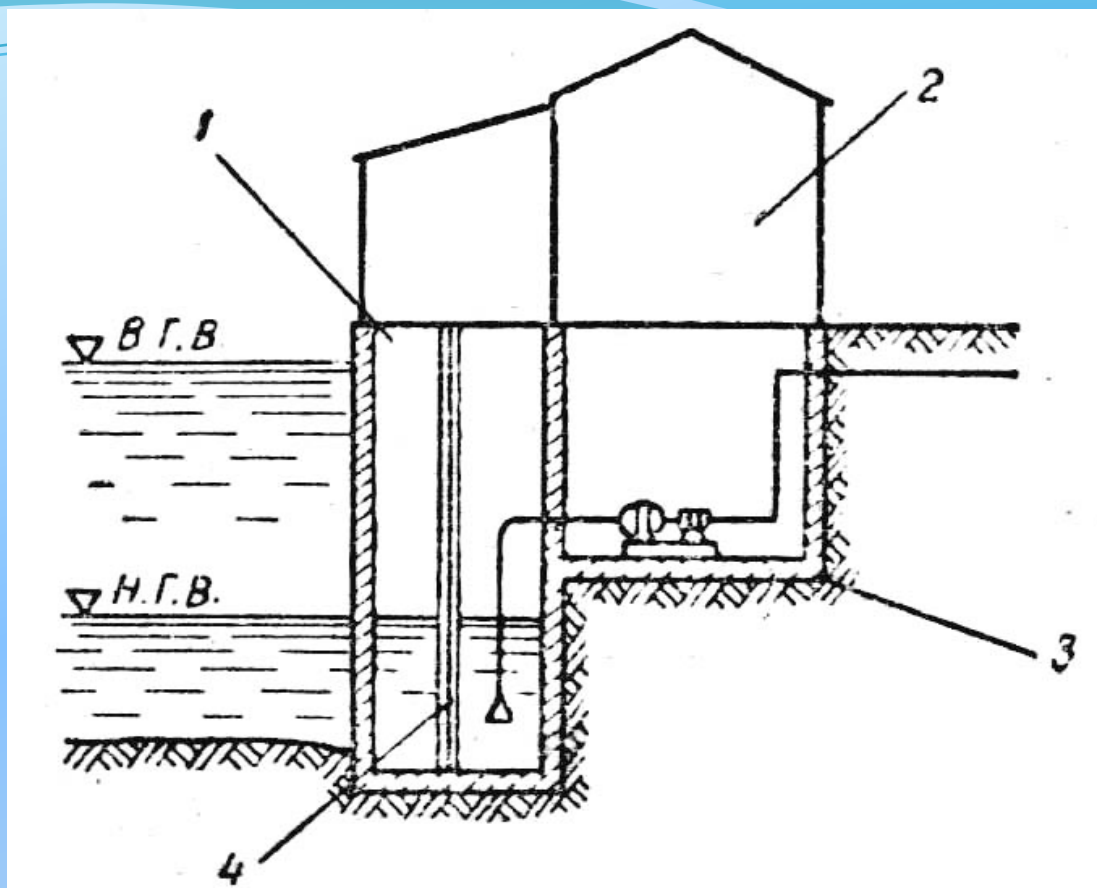


Рисунок 4 - Схема берегового водоприемника совмещенного типа

- 1 – водоприемник; 2 – насосная станция I подъема;
3 – скальный грунт; 4 – сетки, установленные в перегородке.

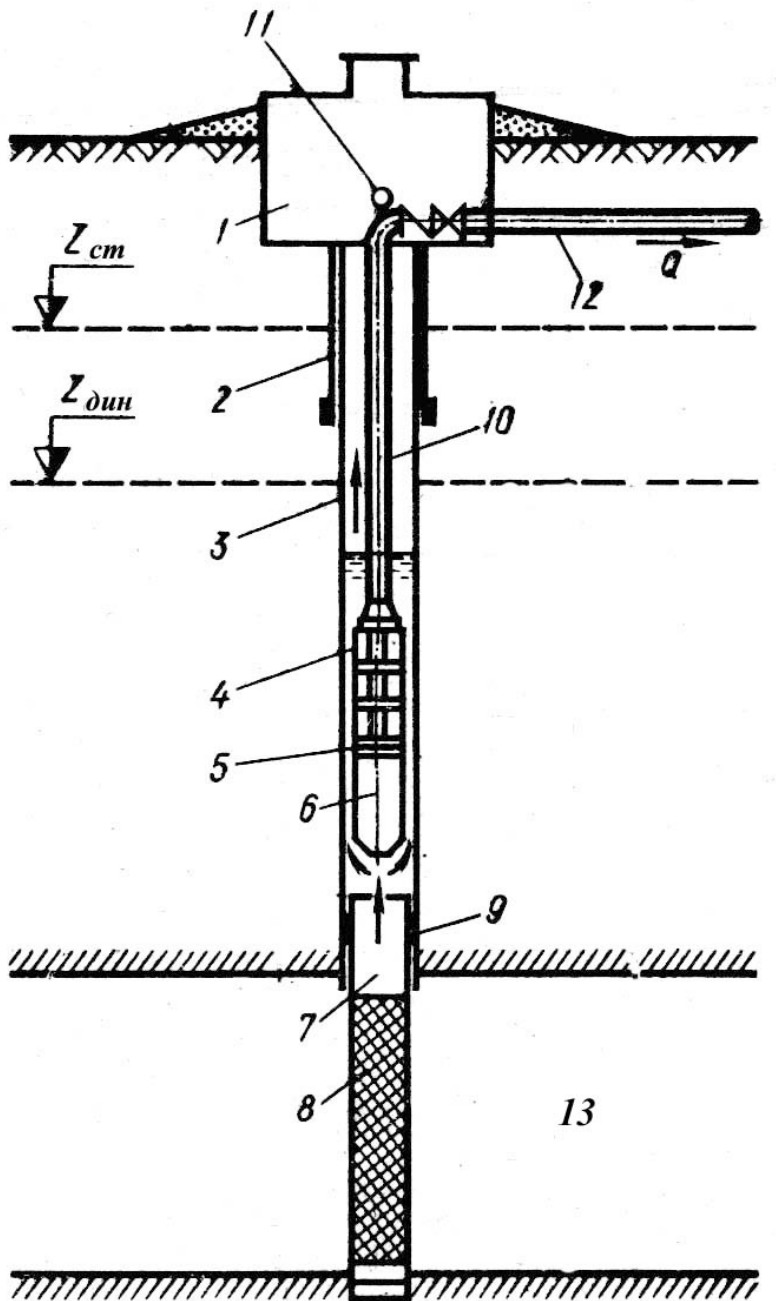


Рисунок 5 - Схема



оборудования

водозаборной скважины:



- 1 - оголовок;
 - 2 - защитная обсадная колонна;
 - 3 - эксплуатационная обсадная колонна;
 - 4 - насос;
 - 5 - всасывающие отверстия;
 - 6 - погружной электродвигатель;
 - 7 - надфильтровая труба;
 - 8 - рабочая поверхность фильтра;
 - 9 - сальник;
 - 10 - водоподъемная труба;
 - 11 - манометр;
 - 12 - напорный трубопровод;
 - 13 - эксплуатационный водоносный горизонт;
- $Z_{ст}$ – статический уровень воды в скважине;
- $Z_{дин}$ – динамический уровень воды в скважине;
- Q – расход воды.





Рисунок 6 - Оголовок скважины



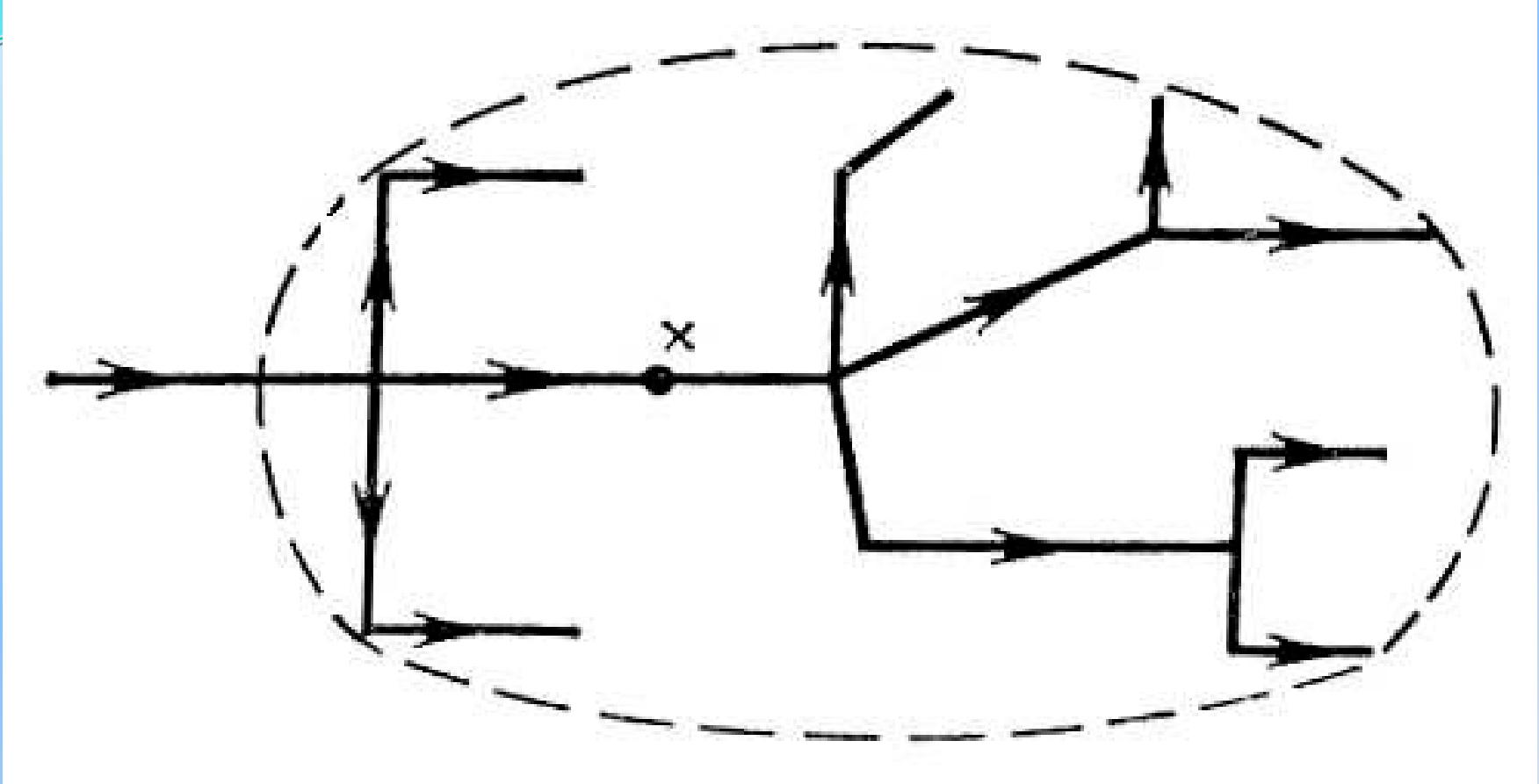


Рисунок 7 - Тупиковая сеть



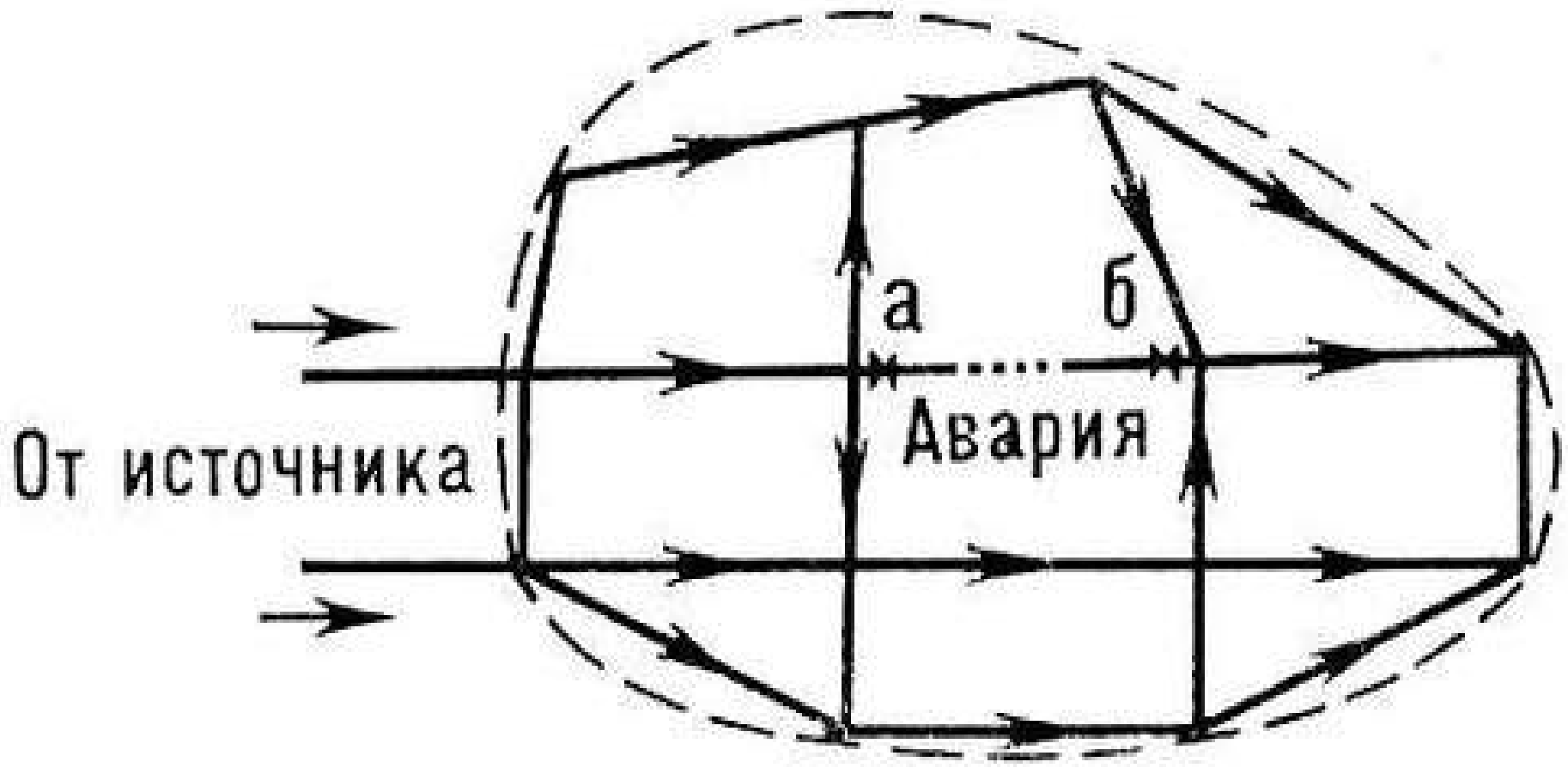


Рисунок 8 - Кольцевая сеть





Рисунок 9 - Насосная станция
второго подъема



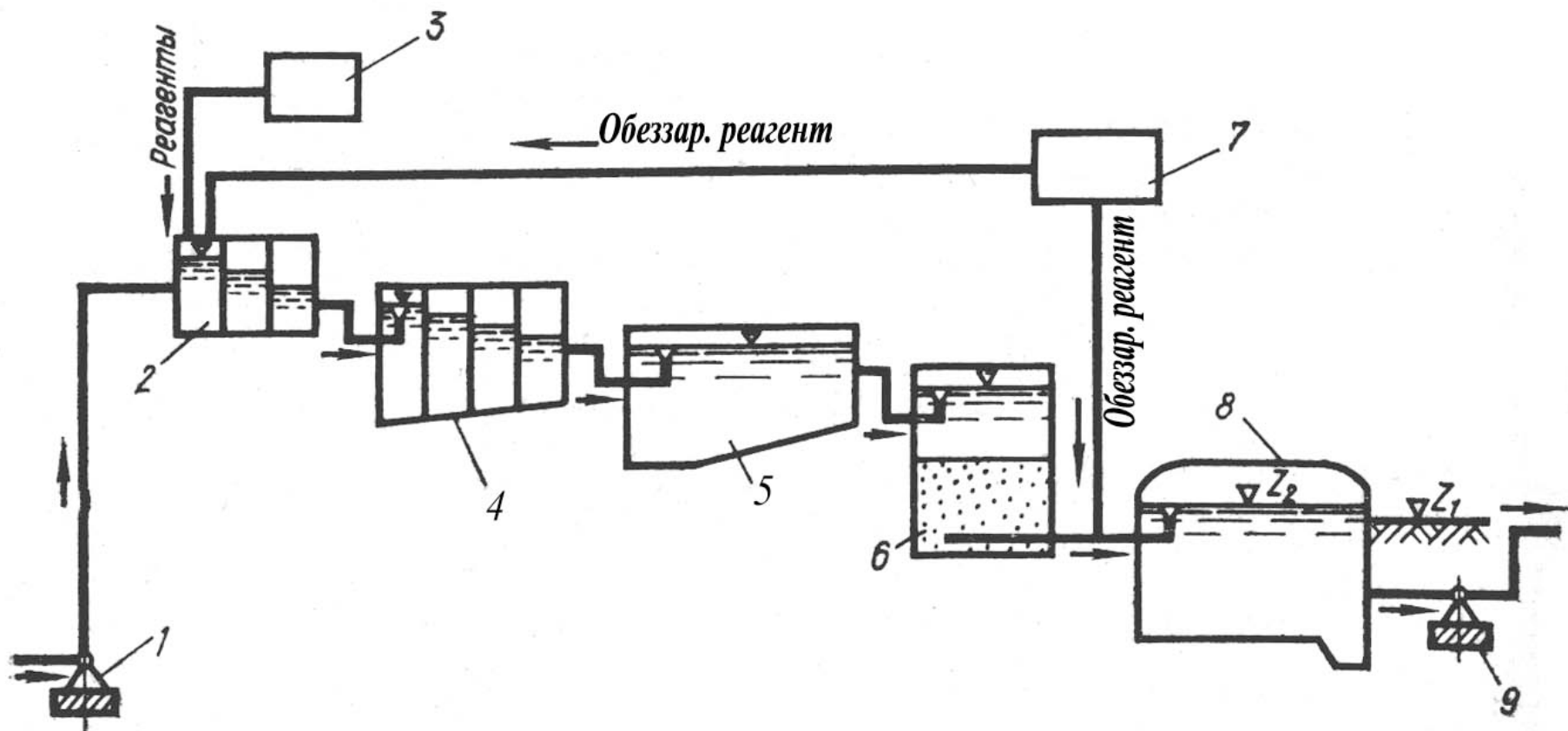


Рисунок 10 - Двухступенчатая схема с реагентной очисткой — с горизонтальными отстойниками и фильтрами

Применяется при производительности более 30000 м³/сут, при мутности исходной воды до 1500 мг/л, цветности до 120 град.



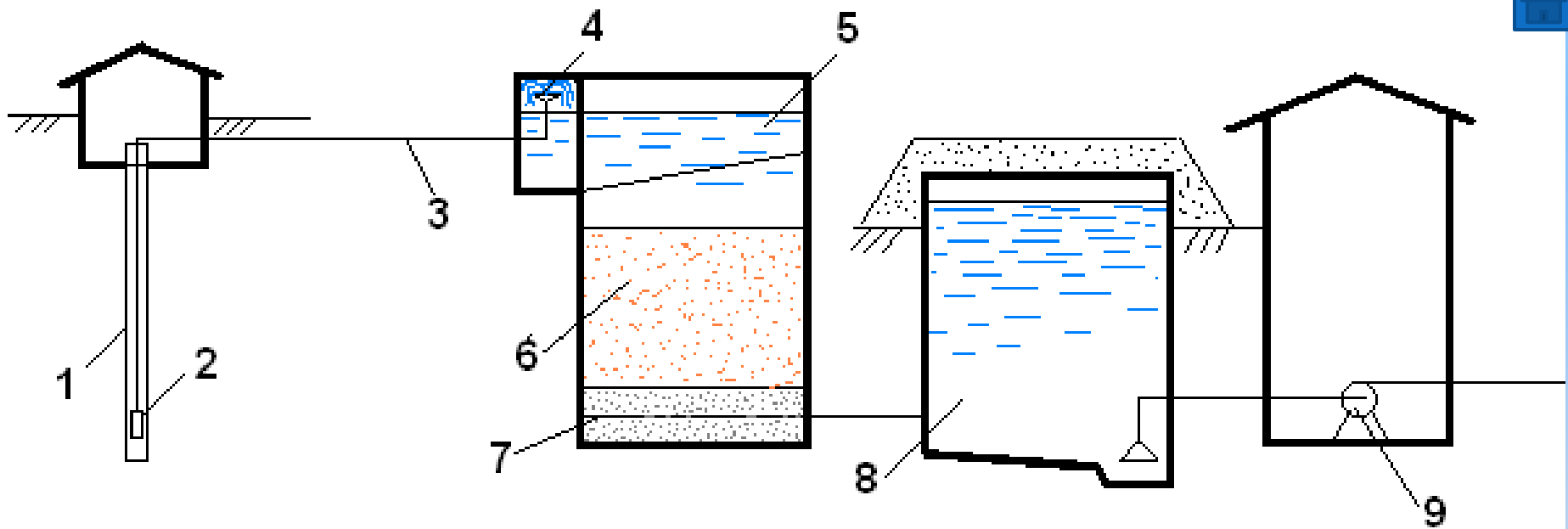


Рисунок 11 - Технологическая схема обезжелезивания воды методом упрощенной аэрации:

1 - артезианская скважина; 2 – погружной насос; 3 – водоводы первого подъема; 4 – переливная воронка; 5 – скорый безнапорный фильтр; 6 – фильтрующий слой (гранитный щебень); 7 - дренажная система, в виде дырчатых труб, расположенных в поддерживающем слое; 8 – резервуар чистой воды; 9 – насосы II-го подъема.





Рисунок 12 - Фильтр обезжелезивания



Рисунок 13 –
Фильтр
обезжелезивания





ТЕМА 10

Общие сведения о системе водоотведения

- 10.1. Сточные воды и их классификация.
- 10.2. Схема и состав сооружений хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.
- 10.3. Современные методы очистки сточных вод и обработки осадка.

ТЕМА 10. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ВОДООТВЕДЕНИЯ.

10.1. Сточные воды и их классификация.

10.2. Схема и состав сооружений хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.

10.3. Современные методы очистки сточных вод и обработки осадка.

10.1. Сточные воды и их классификация.

В понятие «сточные воды» входят различные по происхождению, составу и физико-химическим свойствам воды, которые использовались человеком для бытовых и технологических нужд. При этом вода получила загрязнения, и ее физико-химические свойства изменились.

Различают три основные категории сточных вод в зависимости от их происхождения:

- хозяйственно-бытовые;
- производственные;
- атмосферные.

Хозяйственно-бытовые сточные воды поступают в водоотводящую сеть от жилых домов, бытовых помещений промышленных предприятий, комбинатов общественного питания и лечебных учреждений. В составе таких вод различают фекальные сточные воды и хозяйственные, загрязненные различными хозяйственными отбросами, моющими средствами. Хозяйственно-бытовые сточные воды всегда содержат большое количество микроорганизмов, которые являются продуктами жизнедеятельности человека. Среди них могут быть и патогенные. Особенностью хозяйственно-бытовых сточных вод является относительное постоянство их состава.

Производственные сточные воды образуются в результате технологических процессов. Качество сточных вод и концентрация загрязняющих веществ определяются следующими факторами: видом промышленного производства и исходного сырья, режимами технологических процессов.

Атмосферные сточные воды образуются в результате выпадения осадков. К этой категории сточных вод относят талые воды, а также воды от поливки улиц. В атмосферных водах наблюдается высокая концентрация кварцевого песка, глинистых частиц, мусора и нефтепродуктов, смываемых с улиц города. Отличительной особенностью ливневого стока является его эпизодичность и резко выраженная неравномерность по расходу и концентрациям загрязнений.

10.2. Схема и состав сооружений хозяйственно-бытовой водоотводящей сети.

В отличие от водопроводной сети водоотводящая сеть всегда тупиковая, трубы расположены под наклоном, воды текут самотеком.

Сточные воды собираются внутренней системой водоотведения зданий и через выпуск поступают в дворовую водоотводящую сеть. Откуда по уличной сети, уличным коллекторам, главному коллектору они направляются в приемный резервуар главной канализационной насосной станции (ГКНС). Откуда они с помощью насосов по напорному коллектору направляются на очистные сооружения, где происходит их очистка. Очищенные сточные воды через выпуск сбрасываются в водный объект – приемник сточных вод, где они разбавляются и дочищаются в результате процессов самоочищения.

Система водоотведения населенного пункта в зависимости от местных условий может быть устроена по одной из трех схем: общесплавная, полураздельная, полная раздельная.

10.3. Современные методы очистки сточных вод и обработки осадка.

В настоящее время существует большое количество методов очистки сточных вод. В зависимости от того, какие процессы лежат в основе этих методов различают механическую, биологическую, химическую и физико-химическую очистку.

К механической очистке относится очистка сточной жидкости с помощью механических процессов, а именно, процеживание через решетки и сита, отстаивание в отстойниках, осаждение песка в песколовках.

Биологическая очистка сточных вод предназначена для удаления из сточных вод органических загрязнений. В основе биохимической очистки лежат процессы минерализации органики с помощью микроорганизмов. Различают биохимическую очистку в искусственных условиях (аэротенки, биофильтры) и в естественных условиях (поля орошения, поля фильтрации).

В химической очистке за основу приняты химические реакции, которые связывают загрязнения сточных вод в нерастворимые соединения или переводят их в безопасные соединения. Применяются для очистки производственных сточных вод.

Обработка осадков, выделяемых в процессах очистки сточных вод, проводится с целью получения конечного продукта, наносящего минимальный ущерб окружающей среде или пригодного для утилизации в производстве. Эта цель достигается осуществлением трех основных процессов в различных технологических последовательностях: *обезвоживанием* - обеспечивающим минимальный объем осадков; *стабилизацией* - придающей осадкам способность не выделять вредные продукты разложения при длительном хранении; *обеззараживанием* - делающим осадок безопасным по санитарно-бактериологическим показателям.

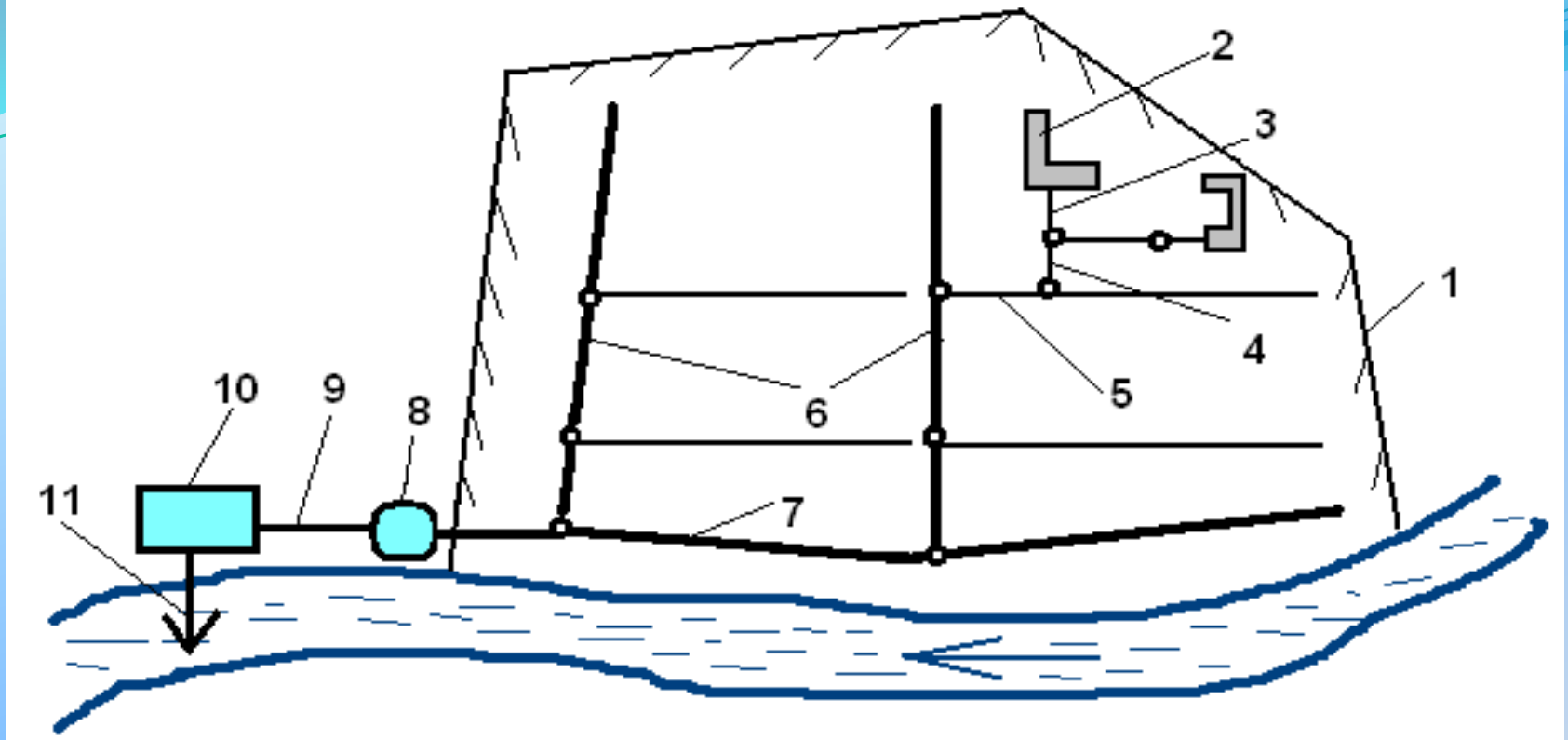


Рисунок 1 - Схема системы водоотведения населенного пункта:

- 1 – граница застройки населенного пункта; 2 – отдельные здания;
- 3 – выпуски сточных вод; 4 – внутриквартальная дворовая канализация; 5 – уличная водоотводящая сеть; 6 – уличные коллекторы;
- 7 – главный водоотводящий коллектор; 8 – главная водоотводящая насосная станция; 9 - напорный коллектор;
- 10 – очистные сооружения; 11 – выпуск очищенных сточных вод в водный объект



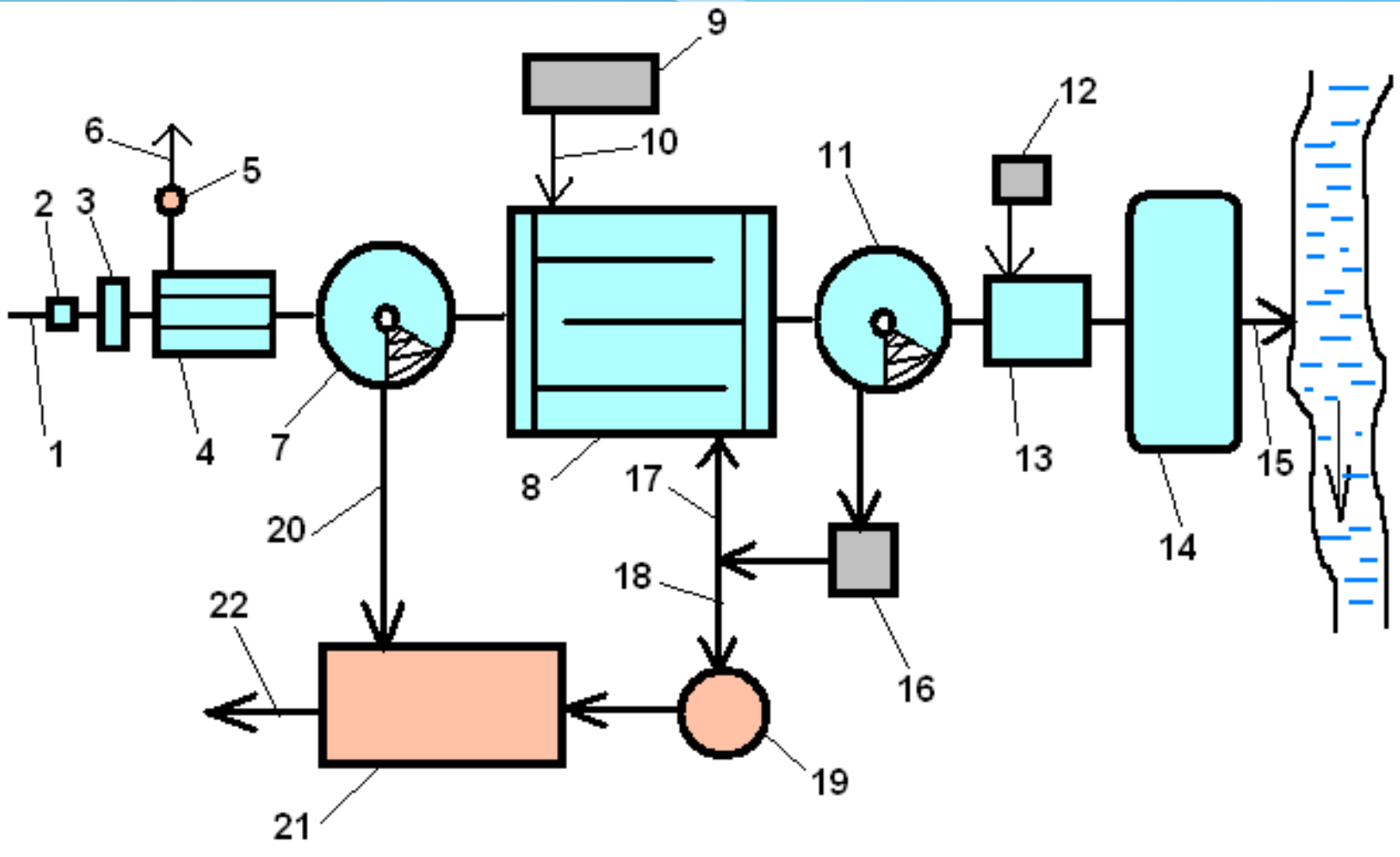


Рисунок 2 - Схема полной биологической очистки сточных вод





Рисунок 3 - Решетки





Рисунок 4 - Песколовки





Рисунок 5 - Первичные радиальные отстойники. Общий вид двух отстойников

Рисунок 6 - Первичный радиальный отстойник. Сборный лоток с зубчатым водосливом





Рисунок 7 - Аэротенк





Рисунок 8 - Аэротенк





Рисунок 9 – Аэротенк
станция «Шёнерлинде» г. Берлина





2. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Вопросы к зачету, проводимого в форме тестирования.

Итоговая аттестация позволит определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Вопросы к зачету, проводимого в форме тестирования,
по дисциплине “История развития систем ВиВ”,
для специальности 1-70 04 03 “Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов”

- 1*. Предпосылки зарождения первых живых организмов в воде.
2. На сколько процентов тело взрослого человека состоит из воды.
3. Водный баланс в организме человека - это.
- 4*. Основные функции воды в организме человека.
- 5*. Значение воды для создания внешних условий жизни человека.
6. Какой процент на земной поверхности занимает вода.
7. Каковы запасы пресной воды на Земле.
8. Где заключен основной запас пресной воды.
- 9*. Причины нехватки запасов пресных вод на планете Земля.
- 10*. К основным продуктам загрязнений воды относятся.
- 11*. Какие мероприятия не благоприятно влияют на сохранение чистоты и полноводности водоемов.
12. Для бассейнов каких морей территория Республики Беларусь является водораздельной.
- 13*. К водным ресурсам Республики Беларусь относятся.
- 14*. Учреждения, выполняющие важные функции в системе управления водными ресурсами Республики Беларусь.
15. Что являлось основным источником воды в древнем Египте.
16. К какому году относится строительство в древнем Египте системы каналов, рвов и желобов.
- 17*. Назначение системы каналов, рвов и желобов, созданной в древнем Египте.
18. Какие устройства применялись в древнем Египте для подъема воды.
19. Что представляет собой нория, как устройство для подъема воды.
20. Какие трубы использовались для транспортирования воды в древнем Египте.
21. Система водоснабжения города Мохенджо-Даро (территория современных Индии и Пакистана) представляла собой.
22. Что являлось источником водоснабжения части города Иерусалима в X веке до н. э.
- 23*. Что характерно для системы водоснабжения крепости, построенной на вершине горы Масада царем Иродом Великим.
24. Что являлось источником водоснабжения древнегреческого города Приены.
25. Что собой представлял трубопровод, подававший воду от источника до городских стен древнегреческого города Приены.
26. По какому принципу был устроен водопровод древнегреческого города Пергам во II в до н. э.
27. Устройство водопровода древнегреческого города Пергам во II в до н. э.
28. Устройство системы водоснабжения древнегреческого о. Самос.
29. В каком веке в древнегреческих Афинах была проведена городская водопроводная линия.
- 30*. Что характерно для системы водоснабжения древнегреческого города Афины в период его расцвета.
- 31*. Что являлось базовым элементом системы водоснабжения древнегреческого города Афины.
- 32*. Выберите утверждения, характеризующие организацию системы водоотведения городов древней Греции.
33. Астиномы – это.
34. В каком году был построен первый римский водопровод.
- 35*. Какие из приведенных названий не относятся к наименованиям римских водопроводов.
36. Какое общее количество воды давали древнему Риму все одиннадцать водопроводов.
37. Сколько воды приходилось на одного жителя древнего Рима в период расцвета.
- 38*. К особенностям водоснабжения древнего Рима относятся.
- 39*. Каких иерархических уровней и назначений была вода, которая распределялась между потребителями в древнем Риме.
40. При каком уровне воды в распределительном сооружении осуществлялось снабжение водой частных домов в древнем Риме.
41. Кто был первым куратором водопроводов в Древнем Риме и создал “водяную команду”.
- 42*. Из людей каких специальностей в конце I в. состояла “водяная команда” в Древнем Риме.
43. Акведук – это.
- 44*. Выберите утверждения, не соответствующее принципам устройства акведука.
45. В каком веке в древнем Риме появляются общественные бани.

46. Количество общественных бань в древнем Риме в IV в. н. э.
- 47*. Выберите утверждения, не правильно характеризующие устройство бани в древнем Риме.
48. Кто и когда построил первые термы в древнем Риме.
49. Самые большие термы в древнем Риме.
- 50*. Что характерно для водоотводящей системы древнего Рима.
51. Фрики в древнем Риме – это.
- 52*. Причины упадка и деградации развития водоснабжения в Европе в средние века.
- 53*. Посредством чего осуществлялось снабжение водой в городах Европе в период раннего средневековья.
54. Когда появился первый централизованный самотечный водопровод в Париже в средние века.
55. Что способствовало развитию систем водоснабжения и сооружению крупных насосных установок в городах Центральной и Западной Европы в XVI в.
- 56*. Что было характерно для санитарного состояния большинства городов Центральной и Западной Европы в период средневековья (XII-XIII века).
57. Как осуществлялся отвод нечистот из домов городских граждан в период средневековья (XII-XIII века) в Центральной и Западной Европе.
- 58*. Как осуществлялся отвод нечистот из средневековых замков в Центральной и Западной Европе.
59. К каким векам относится появление водосточных канав в крупных городах Европы.
60. Выберите правильное утверждение, характеризующее устройство водосточных канав в крупных городах Европы в средние века.
61. В какой стране, в конце 1500-го года была создана Комиссия по стокам призванная обеспечить выполнение домовладельцами очистки сточных канав около своих домов.
62. Сколько воды приходилось на одного парижанина в середине XVIII века.
63. Что было создано в Париже в 1781 г. для строительства системы централизованного водоснабжения.
64. В каких годах началось строительство и эксплуатация первого современного водопровода в Париже.
65. С каким именем связано строительство первого современного водопровода в Париже.
66. Какой источник водоснабжения окончательно был принят в 60-е годы XIX века для снабжения Парижа чистой водой.
67. Сколько акведуков для обеспечения Парижа чистой водой было построено в период с 1863 по 1925 гг.
68. Сколько воды приходилось на одного парижанина в 1910 г.
- 69*. Что представляла собой система водоотведения Парижа в период с XVI по XIX вв.
70. В каких годах началась прокладка современной подземной сети трубопроводов для сточной воды в Париже.
71. Что было построено в Париже для очистки сточных вод к 1910 г.
- 72*. Какие задачи ставились при строительстве систем канализации в городах Европы в XIX в.
73. Какая страна являлась передовой в области строительства канализационных систем в XVIII-XIX веках.
- 74*. Что характерно для системы канализации Лондона в начале XVIII века.
75. Какой способ был предложен для удаления нечистот с территории Лондона в XIX веке.
- 76*. Как лондонская Комиссия по Стокам в середине XIX века реализовывала принятую концепцию удаления нечистот с территории города.
- 77*. С какими трудностями столкнулись Лондонские власти в середине XIX века при прокладке городской канализации.
78. По проекту какого инженера в период с 1858 по 1864 г была построена новая канализационная система Лондона.
79. Где и когда был построен первый водопровод в России.
80. Когда был построен первый московский водопровод в древнем Кремле.
81. Что являлось источником водоснабжения для первого московского водопровода.
82. Какой расход воды подавал напорный водопровод, сооруженный в Москве в 1633 году по указу царя Михаила Федоровича.
83. Что было выбрано в качестве источника водоснабжения для водопровода Москвы, который приказала построить в 1771 года Екатерина II.
84. Годы строительства водопровода, строившегося по приказу Екатерина II.
85. Какое количество воды стало приходиться на одного человека в Москве после ввода в эксплуатации водопровода, построенного по приказу Екатерина II.
- 86*. Что было характерно для первой реконструкции Московского водопровода.
87. Что впервые появилось в Москве после первой реконструкции Московского водопровода.
88. Кто руководил второй реконструкцией Московского водопровода.

- 89*. Что было характерно для второй реконструкции Московского водопровода.
90. В связи с чем возникла необходимость проведения третьей реконструкции Московского водопровода, проводимой в 1886-1893 годах.
91. Кто руководил третьей реконструкцией Московского водопровода.
92. Что было построено в Москве в период третьей реконструкции Московского водопровода.
93. Что предложил Н.П.Зимин, когда после увеличения производительности Московского водопровода в 1901 г. произошло ухудшение качества подаваемой воды.
94. Какие методы очистки воды были применены на новом Московском водопроводе.
95. Как в 1906 году удалось ускорить очистку воды на новом Московском водопроводе.
- 96*. Как было организовано удаление нечистот во дворах и на улицах Москвы в XVII-XVIII веках.
97. Начало отводу сточных вод в Москве было положено инженером генерал-поручиком Фридрихом Бауэром в 1780 путем.
98. Что предпринимается в Москве с 1870 г. для улучшения санитарного состояния города.
99. Какую систему канализации Москвы предложил в 1885 г. московский инженер Д.В.Кастальский.
100. Куда с 1898 г. главной канализационной насосной станцией Москвы сточные воды начали перекачиваться для очистки.
- 101*. Как было организовано водоснабжение Брест-Литовска в 90-е гг. XIX века.
102. Какой средний расход воды на человека в Брест-Литовске был в начале XX века.
103. Где водовозам рекомендовалось брать воду для снабжения Брест-Литовск водой в начале XX века.
104. Почему профессиональная артель водовозов бойкотировала брать воду из артезианского колодца, выкопанного в городском саду в 1909 году.
105. Какой способ подачи воды в город Брест-над-Бугом предложил профессор Варшавской Политехнической инженер Б. Рыхловский.
106. Где и когда в Бресте-над-Бугом был пробурен первый артезианский колодец.
107. Сколько артезианских скважин было пробурено в Бресте-над-Бугом в период с 1925-1934 гг.
108. Что было построено впервые на территории современной Республики Беларусь в 1934 г. в Бресте-над-Бугом на водозаборе в городском парке Свободы.
109. Какой метод очистки воды реализовывался на водозаборе в городском парке Свободы в Бресте-над-Бугом.
110. По какой системе предусматривалось устройство канализации в 1933 г. в Бресте-над-Бугом.
- 111*. Какие из приведенных ниже определений не относятся к определению «насос».
112. Какие водоподъемные механизмы применялись в древнем Египте.
113. Кто изобрел во II в. до н.э. первый водяной насос для тушения пожаров.
114. Что представляет собой Архимедов винт.
- 115*. Какие из приведенных ниже конструкций не относятся к конструкции водочерпального (водоподъемного) колеса.
- 116*. Из предложенных конструкций насосов, выберите те, которые не относятся к насосам-машинам.
- 117*. Направления развития насосного оборудования.
118. Что явилось причинами подъема в развитии поршневых насосов в конце XVIII века.
119. Идея использования чего для подачи жидкостей возникла в XV веке еще у Леонардо да Винчи.
120. С какого времени центробежные насосы получили широкое применение.
- 121*. Какие методы очистки питьевой воды применялись в Древнем Египте в 2000 г. до н.э.
122. Какой способ получения пресной воды применялся в Венеции с III по XVI в н.э.
- 123*. Открытия, которые произошли в XVII веке, сыгравшие важную роль в дальнейшем развитии водоподготовки.
124. Кто в 1870-х продемонстрировал, что микроорганизмы, существующие в воде, могут являться возбудителями многих болезней.
125. Метод, при котором происходит уничтожение патогенных вирусов и бактерий, существующих в воде.
126. Для чего предназначался аппарат, впервые построенный в 1858 г. фирмой Сименса и Гальске.
127. Какой способ дезинфекции воды появился на рубеже XIX-XX веков, являлся более простым и дешевым.
128. Метод очистки сточных вод известный с древних времен и получивший широкое применение с середины XIX в.
129. К какому периоду относится разработка искусственных методов очистки сточных вод.
- 130*. Выберите сооружения, в которых реализуются искусственные методы очистки сточных вод.



3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по факультативной дисциплине «История развития систем водоснабжения и водоотведения» для специальности 1-70 04 03 Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

_____ М. В. Нерода

«__» _____ 2022 г.

Регистрационный № УД- _____ /уч.

История развития систем водоснабжения и водоотведения

Учебная программа учреждения высшего образования
по факультативной дисциплине для специальности:

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 04 03-2019 и типового учебного плана J 70-1-004/пр-тип. для специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» (код 2142-017 по ОКРБ 014-2017).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Акулич Т. И., старший преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Новосельцев В. Г., заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, кандидат технических наук, доцент;

Новик С. А., главный специалист отдела комплексного проектирования № 2 УП «Институт Брестстройпроект», магистр техн. наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

Заведующий кафедрой _____ канд. техн. наук, доцент С. Г. Белов,
(протокол № __ от _____ 2022);

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии _____ канд. техн. наук, доцент
О. П. Мешик,
(протокол № __ от _____ 2022);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № __ от _____ 2022).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«История развития систем водоснабжения и водоотведения» – инженерная дисциплина, в которой изучается история возникновения и развития водоснабжения и водоотведения от древних цивилизаций до настоящих дней.

Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «История развития систем водоснабжения и водоотведения» является подготовка, будущих специалистов по специальности 1-700403 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», знающих:

- историю возникновения и развития систем водоснабжения и водоотведения в древнем Египте, древней Индии, древней Греции, древнем Риме;
- развитие систем водоснабжения и водоотведения в городах Западной Европы, России и Республики Беларусь.

Задачи изучения дисциплины

- изучение техники водоснабжения и водоотведения от древних цивилизаций до сегодняшних дней;
- получение общих сведений по системам водоснабжения и водоотведения современных городов;
- ознакомление с новейшими достижениями науки и техники в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

В соответствии с учебным планом специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» код компетенции БПК-18.

В результате изучения учебной дисциплины «Оборудование сооружений по очистке природных и сточных вод» специалист должен обладать следующими базовыми профессиональными компетенциями в соответствии с ОСВО 1-70 04 03-2019 и учебным планом специальности:

- знать историю возникновения и развития систем водоснабжения и водоотведения;
- быть способным применять технические методы, способствующие охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Студент должен знать:

- историю возникновения и развития систем водоснабжения и водоотведения от древних цивилизаций до сегодняшних дней;
- общие сведения по системам водоснабжения и водоотведения современных городов;
- новейшие достижения науки и техники в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса: «История Беларуси», «Физика», «Высшая математика», «Химия».

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-700403	Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов	1	1	34	-	34	34	-	-	-	-	зачет

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.1.1 Введение

Дисциплина «История развития систем водоснабжения и водоотведения», ее предмет и задачи.

1.1.2. Значение воды для жизни на Земле. Водные ресурсы Республики Беларусь.

Роль воды в природе и жизни человека. Водные ресурсы Земли и проблема дефицита пресных вод. Проблема загрязнения имеющихся водных запасов. Мероприятия по охране вод от загрязнений. Водные ресурсы Республики Беларусь. Управление водными ресурсами и их правовая охрана от загрязнений.

1.1.3. Водоснабжение и водоотведение древнего Мира.

Водоснабжение и водоотведение Древнего Египта и Древней Индии. Водоснабжение Древнего Израиля. Водоснабжение и водоотведение городов Древней Греции. Водопроводы Древнего Рима. Акведуки Древнего Рима. Термы Древнего Рима. Водоотведение Древнего Рима.

1.1.4. Водоснабжение и водоотведение городов Европы в средние века.

Водоснабжение городов Европы в Средние века. Водоотведение городов Европы в Средние века.

1.1.5. Водоснабжение и водоотведение городов Европы в XVIII-XIX веках.

Водоснабжение Парижа в XVIII-XIX веках. Водоотведение Парижа в XVIII-XIX веках. История Лондонской канализации в XVIII-XIX веках.

1.1.6. Водоснабжение и водоотведение на Руси.

Введение. Московский водопровод: от Кремлевского до Рублевского. Из истории водоотведения Москвы.

1.1.7. Водоснабжение и водоотведение г. Бреста.

Развитие систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста в XIX-XX веках. Современное состояние систем водоснабжения и водоотведения г. Бреста, проблемы и пути их решения.

1.1.8. История развития водоподъемной и насосной техники.

Водоподъемные машины и механизмы древнего и средневекового мира. История развития насосного оборудования.

1.1.9. Развитие технологий очистки воды.

Развитие технологий очистки питьевой воды. Развитие технологий очистки сточной воды.

1.1.10. Общие сведения о системе водоснабжения.

Потребление воды и источники водоснабжения. Классификация систем водоснабжения и её основные элементы. Основные схемы систем водоснабжения. Сооружения для забора воды. Водопроводная сеть. Водопроводные насосные станции. Требования к воде хозяйственно-питьевого качества. Современные методы очистки природных вод.

1.1.11. Общие сведения о системе водоотведения.

Сточные воды и их классификация. Схема и состав сооружений хозяйственно-бытовой водоотводящей сети. Современные методы очистки сточных вод и обработки осадка.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Дисциплина, ее предмет и задачи.	1	-	-	-	-	-	Зачет
2	Значение воды для жизни на Земле. Водные ресурсы Республики Беларусь.	4	-	-	-	-	-	Зачет
3	Водоснабжение и водоотведение Древнего Мира.	6	-	-	-	-	-	Зачет
4	Водоснабжение и водоотведение городов Европы в средние века.	2	-	-	-	-	-	Зачет
5	Водоснабжение и водоотведение городов Европы в XVIII-XIX веках.	4	-	-	-	-	-	Зачет
6	Водоснабжение и водоотведение на Руси.	5	-	-	-	-	-	Зачет
7	Водоснабжение и водоотведение городов г. Бреста.	4	-	-	-	-	-	Зачет
8	История развития водоподъемной и насосной техники.	2	-	-	-	-	-	Зачет

9	Развитие технологий очистки воды.	2	-	-	-	-	-	Зачет
10	Общие сведения о системе водоснабжения.	2	-	-	-	-	-	Зачет
11	Общие сведения о системе водоотведения.	2	-	-	-	-	-	Зачет
	Итого	34	-	-	-	-	-	

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

3.1.1. Основная литература

1. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «История развития систем ВиВ» для специальности: 1-70 04 03 Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов [Электронный ресурс] / Брестский государственный технический университет, Кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ; сост.: Т. И. Акулич. – Брест : БрГТУ, 2021. – Режим доступа: <https://rep.bstu.by/handle/data/18153>. – Дата доступа: 15.12.2022.

2. Васильева, Н. В. Водоотведение и очистка сточных вод : курс лекций / Н. В. Васильева ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : БГСХА, 2014. – 218 с. –

3. Михневич, Э. И. Водопроводные сети : учеб. пособие / Э. И. Михневич, С. В. Андреюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 255 с.

4. Новикова, О. К. Канализационные сети : учеб. пособие / О. К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 206 с.

3.1.2. Дополнительная литература

1. Штеренлихт, Д. В. Очерки истории гидравлики, водных и строительных искусств. / Д. В. Штеренлихт. - М. : Геос, 2000.

2. История Древнего Рима / В. И. Кузицин, И. Л. Маяк, И. А. Гвоздева [и др.]. – М. : Высш. шк., 2005. – 450 с.

3. Широкова, В. А. Из истории водоснабжения: водоводы и водоподъемники. / В. А. Широкова, Н. Л. Флорова // Энергосбережение и водоподготовка. – 2005. - №2. - С. 56-60.

4. Станкевич, Р. А. Артезианские воды Бреста и их использование. / Р. А. Станкевич. - Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2004. – 184 с.

5. Сергеенко, М. Е. Жизнь древнего Рима / М. Е. Сергеенко. – СПб. : Издательско-торговый дом «Летний Сад»; Журнал «Нева», 2000. — 368 с.

6. Гаймен, М. История Лондонской канализации / М. Гаймен. // Сантехника. - 2001. - №2. - С. 52-55, №3. - С. 61-64.

7. Гриневская, Д. Путь воды в столицу / Д. Гриневская. // Вокруг света. – 2004. – № 11. – С. 136–152.

8. История канализации столичной. // Мир строительства. – 2007. - №8.

9. Лапиков, И. А. Насосы: терминология, классификация, история / И. А. Лапиков // Справочник промышленного оборудования. – 2004. - №2. - С. 8-11.

10. История водоснабжения / пер. с англ. Д. Беловол // Сантехника. – 2002. – № 3. – С. 58–62.

3.2 ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ, ПРОВОДИМОГО В ФОРМЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

- 1*. Предпосылки зарождения первых живых организмов в воде.
2. На сколько процентов тело взрослого человека состоит из воды.
3. Водный баланс в организме человека - это.
- 4*. Основные функции воды в организме человека.
- 5*. Значение воды для создания внешних условий жизни человека.
6. Какой процент на земной поверхности занимает вода.
7. Каковы запасы пресной воды на Земле.
8. Где заключен основной запас пресной воды.
- 9*. Причины нехватки запасов пресных вод на планете Земля.
- 10*. К основным продуктам загрязнений воды относятся.
- 11*. Какие мероприятия не благоприятно влияют на сохранение чистоты и полноводности водоемов.
12. Для бассейнов каких морей территория Республики Беларусь является водораздельной.
- 13*. К водным ресурсам Республики Беларусь относятся.
- 14*. Учреждения, выполняющие важные функции в системе управления водными ресурсами Республики Беларусь.
15. Что являлось основным источником воды в древнем Египте.
16. К какому году относится строительство в древнем Египте системы каналов, рвов и желобов.
- 17*. Назначение системы каналов, рвов и желобов, созданной в древнем Египте.
18. Какие устройства применялись в древнем Египте для подъема воды.
19. Что представляет собой нория, как устройство для подъема воды.
20. Какие трубы использовались для транспортирования воды в древнем Египте.
21. Система водоснабжения города Мохенджо-Даро (территория современных Индии и Пакистана) представляла собой.
22. Что являлось источником водоснабжения части города Иерусалима в X веке до н. э.
- 23*. Что характерно для системы водоснабжения крепости, построенной на вершине горы Масада царем Иродом Великим.
24. Что являлось источником водоснабжения древнегреческого города Приены.
25. Что собой представлял трубопровод, подававший воду от источника до городских стен древнегреческого города Приены.
26. По какому принципу был устроен водопровод древнегреческого города Пергам во II в до н. э.
27. Устройство водопровода древнегреческого города Пергам во II в до н. э.
28. Устройство системы водоснабжения древнегреческого о. Самос.
29. В каком веке в древнегреческих Афинах была проведена городская водопроводная линия.
- 30*. Что характерно для системы водоснабжения древнегреческого города Афины в период его расцвета.
- 31*. Что являлось базовым элементом системы водоснабжения древнегреческого города Афины.
- 32*. Выберите утверждения, характеризующие организацию системы водоотведения городов древней Греции.
33. Астиномы – это.

34. В каком году был построен первый римский водопровод.
- 35*. Какие из приведенных названий не относятся к наименованиям римских водопроводов.
36. Какое общее количество воды давали древнему Риму все одиннадцать водопроводов.
37. Сколько воды приходилось на одного жителя древнего Рима в период расцвета.
- 38*. К особенностям водоснабжения древнего Рима относятся.
- 39*. Каких иерархических уровней и назначений была вода, которая распределялась между потребителями в древнем Риме.
40. При каком уровне воды в распределительном сооружении осуществлялось снабжение водой частных домов в древнем Риме.
41. Кто был первым куратором водопроводов в Древнем Риме и создал “водяную команду”.
- 42*. Из людей каких специальностей в конце I в. состояла “водяная команда” в Древнем Риме.
43. Акведук – это.
- 44*. Выберите утверждения, не соответствующее принципам устройства акведука.
45. В каком веке в древнем Риме появляются общественные бани.
46. Количество общественных бань в древнем Риме в IV в. н. э.
- 47*. Выберите утверждения, не правильно характеризующие устройство бани в древнем Риме.
48. Кто и когда построил первые термы в древнем Риме.
49. Самые большие термы в древнем Риме.
- 50*. Что характерно для водоотводящей системы древнего Рима.
51. Фрики в древнем Риме – это.
- 52*. Причины упадка и деградации развития водоснабжения в Европе в средние века.
- 53*. Посредством чего осуществлялось снабжение водой в городах Европе в период раннего средневековья.
54. Когда появился первый централизованный самотечный водопровод в Париже в средние века.
55. Что способствовало развитию систем водоснабжения и сооружению крупных насосных установок в городах Центральной и Западной Европы в XVI в.
- 56*. Что было характерно для санитарного состояния большинства городов Центральной и Западной Европы в период средневековья (XII-XIII века).
57. Как осуществлялся отвод нечистот из домов городских граждан в период средневековья (XII-XIII века) в Центральной и Западной Европе.
- 58*. Как осуществлялся отвод нечистот из средневековых замков в Центральной и Западной Европе.
59. К каким векам относится появление водосточных канав в крупных городах Европы.
60. Выберите правильное утверждение, характеризующее устройство водосточных канав в крупных городах Европы в средние века.
61. В какой стране, в конце 1500-го года была создана Комиссия по стокам призванная обеспечить выполнение домовладельцами очистки сточных канав около своих домов.
62. Сколько воды приходилось на одного парижанина в середине XVIII века.
63. Что было создано в Париже в 1781 г. для строительства системы централизованного водоснабжения.

64. В каких годах началось строительство и эксплуатация первого современного водопровода в Париже.
65. С каким именем связано строительство первого современного водопровода в Париже.
66. Какой источник водоснабжения окончательно был принят в 60-е годы XIX века для снабжения Парижа чистой водой.
67. Сколько акведуков для обеспечения Парижа чистой водой было построено в период с 1863 по 1925 гг.
68. Сколько воды приходилось на одного парижанина в 1910 г.
- 69*. Что представляла собой система водоотведения Парижа в период с XVI по XIX вв.
70. В каких годах началась прокладка современной подземной сети трубопроводов для сточной воды в Париже.
71. Что было построено в Париже для очистки сточных вод к 1910 г.
- 72*. Какие задачи ставились при строительстве систем канализации в городах Европы в XIX в.
73. Какая страна являлась передовой в области строительства канализационных систем в XVIII-XIX веках.
- 74*. Что характерно для системы канализации Лондона в начале XVIII века.
75. Какой способ был предложен для удаления нечистот с территории Лондона в XIX веке.
- 76*. Как лондонская Комиссия по Стокам в середине XIX века реализовывала принятую концепцию удаления нечистот с территории города.
- 77*. С какими трудностями столкнулись Лондонские власти в середине XIX века при прокладке городской канализации.
78. По проекту какого инженера в период с 1858 по 1864 г была построена новая канализационная система Лондона.
79. Где и когда был построен первый водопровод в России.
80. Когда был построен первый московский водопровод в древнем Кремле.
81. Что являлось источником водоснабжения для первого московского водопровода.
82. Какой расход воды подавал напорный водопровод, сооруженный в Москве в 1633 году по указу царя Михаила Федоровича.
83. Что было выбрано в качестве источника водоснабжения для водопровода Москвы, который приказала построить в 1771 года Екатерина II.
84. Годы строительства водопровода, строившегося по приказу Екатерина II.
85. Какое количество воды стало приходиться на одного человека в Москве после ввода в эксплуатации водопровода, построенного по приказу Екатерина II.
- 86*. Что было характерно для первой реконструкции Московского водопровода.
87. Что впервые появилось в Москве после первой реконструкции Московского водопровода.
88. Кто руководил второй реконструкцией Московского водопровода.
- 89*. Что было характерно для второй реконструкции Московского водопровода.
90. В связи с чем возникла необходимость проведения третьей реконструкции Московского водопровода, проводимой в 1886-1893 годах.
91. Кто руководил третьей реконструкцией Московского водопровода.
92. Что было построено в Москве в период третьей реконструкции Московского водопровода.
93. Что предложил Н.П.Зимин, когда после увеличения производительности Московского водопровода в 1901 г. произошло ухудшение качества подаваемой воды.

94. Какие методы очистки воды были применены на новом Московском водопроводе.
95. Как в 1906 году удалось ускорить очистку воды на новом Московском водопроводе.
- 96*. Как было организовано удаление нечистот во дворах и на улицах Москвы в XVII-XVIII веках.
97. Начало отводу сточных вод в Москве было положено инженером генерал-поручиком Фридрихом Бауэром в 1780 путем.
98. Что предпринимается в Москве с 1870 г. для улучшения санитарного состояния города.
99. Какую систему канализации Москвы предложил в 1885 г. московский инженер Д.В.Кастальский.
100. Куда с 1898 г. главной канализационной насосной станцией Москвы сточные воды начали перекачиваться для очистки.
- 101*. Как было организовано водоснабжение Брест-Литовска в 90-е гг. XIX века.
102. Какой средний расход воды на человека в Брест-Литовске был в начале XX века.
103. Где водовозам рекомендовалось брать воду для снабжения Брест-Литовск водой в начале XX века.
104. Почему профессиональная артель водовозов бойкотировала брать воду из артезианского колодца, выкопанного в городском саду в 1909 году.
105. Какой способ подачи воды в город Брест-над-Бугом предложил профессор Варшавской Политехники инженер Б. Рыхловский.
106. Где и когда в Бресте-над-Бугом был пробурен первый артезианский колодец.
107. Сколько артезианских скважин было пробурено в Бресте-над-Бугом в период с 1925-1934 гг.
108. Что было построено впервые на территории современной Республики Беларусь в 1934 г. в Бресте-над-Бугом на водозаборе в городском парке Свободы.
109. Какой метод очистки воды реализовывался на водозаборе в городском парке Свободы в Бресте-над-Бугом.
110. По какой системе предусматривалось устройство канализации в 1933 г. в Бресте-над-Бугом.
- 111*. Какие из приведенных ниже определений не относятся к определению «насос».
112. Какие водоподъемные механизмы применялись в древнем Египте.
113. Кто изобрел во II в. до н.э. первый водяной насос для тушения пожаров.
114. Что представляет собой Архимедов винт.
- 115*. Какие из приведенных ниже конструкций не относятся к конструкции водочерпального (водоподъемного) колеса.
- 116*. Из предложенных конструкций насосов, выберите те, которые не относятся к насосам-машинам.
- 117*. Направления развития насосного оборудования.
118. Что явилось причинами подъема в развитии поршневых насосов в конце XVIII века.
119. Идея использования чего для подачи жидкостей возникла в XV веке еще у Леонардо да Винчи.
120. С какого времени центробежные насосы получили широкое применение.
- 121*. Какие методы очистки питьевой воды применялись в Древнем Египте в 2000 г. до н.э.
122. Какой способ получения пресной воды применялся в Венеции с III по XVI в. н.э.
- 123*. Открытия, которые произошли в XVII веке, сыгравшие важную роль в дальнейшем развитии водоподготовки.
124. Кто в 1870-х продемонстрировал, что микроорганизмы, существующие в воде, могут являться возбудителями многих болезней.

125. Метод, при котором происходит уничтожение патогенных вирусов и бактерий, существующих в воде.

126. Для чего предназначался аппарат, впервые построенный в 1858 г. фирмой Сименса и Гальске.

127. Какой способ дезинфекции воды появился на рубеже XIX-XX веков, являлся более простым и дешевым.

128. Метод очистки сточных вод известный с древних времен и получивший широкое применение с середины XIX в.

129. К какому периоду относится разработка искусственных методов очистки сточных вод.

130*. Выберите сооружения, в которых реализуются искусственные методы очистки сточных вод.

3.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лекционным занятиям, сдачу зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Технология очистки сточных вод	ВВиОВР	нет	Согласовать протокол № ____ от _____ г.
2. Водоподготовка	ВВиОВР	нет	Согласовать протокол № ____ от _____ г.