

## Водоснабжение и инженерная мелиорация

### *Лекция «Виды и нормы потребления»*

Водоснабжение – подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах. Основными видами потребления воды являются:

- 1) хозяйственно-питьевое водопотребление жителей населенных пунктов;
- 2) водопотребление промышленных предприятий;
- 3) водопотребление, связанное с благоустройством территорий (поливка улиц, зеленых насаждений и пр.);
- 4) использование воды для пожаротушения;
- 5) собственные нужды системы водоснабжения.

Первая категория связана с использованием водных ресурсов в момент нахождения человека дома или в общественном помещении. Коммунально-бытовой сектор включает следующие объекты: магазины, места общественного приема пищи, холодильные установки, нежилые помещения, которые оборудованы водопроводом и встроены в жилые здания. Также потребителями коммунально-бытового сектора являются хозяйства, применяющие воду для полива сельскохозяйственных угодий и других зеленых территорий. Третья категория включает в себя потребление воды в технологических процессах производства, а четвертая – применение воды при тушении пожаров. Отдельно рассматривают использование воды для нужд самой системы водоснабжения, например, промывка трубопроводов, фильтров и т.п. перед запуском их в эксплуатацию.

Для хозяйственно-питьевого водопотребления требуется вода, которая имеет определенные санитарно-гигиенические свойства, регламентируемые государственным стандартом, для остальных категорий – свои собственные специфические требования. Обычно для полива и орошения, а также для хозяйственно-бытовых нужд используется вода питьевого качества. Вода для технологических процессов не должна: ухудшать качества производимой продукции, оказывать агрессивное воздействие на трубопроводы и оборудование водоснабжения и водоотведения; вызывать развитие биологических обрастаний; вызывать опасность для жизни и здоровья человека. Для ряда производств вода будет иметь качество выше, чем качество воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Вода для пожаротушения не должна содержать механические примеси и химические вещества.

Нормы потребления - минимальное количество воды, выраженное в л/сек, м<sup>3</sup>/сут или м<sup>3</sup>/час, необходимое для нормального существования и хозяйственной деятельности человека; определяются в расчете потребления хозяйственно-питьевого на 1 человека; промышленного — на единицу продукции производственного оборудования.

Норма водопотребления - количество воды, забираемое потребителем за единицу времени. Удельное водопотребление - расход воды на единицу продукции, площади, технологическую операцию.

В населенном пункте основная масса питьевой воды, расходуется на удовлетворение хозяйственно-бытовых нужд населения.

Расход воды на промышленном предприятии складывается из расходов на производственные нужды, хозяйственно-питьевые нужды и пользование душем работников, поливку территории. Расход воды на производственные нужды определяют на основании технологических расчетов (по заданию технологов). При отсутствии этих данных расходы воды можно ориентировочно определить, пользуясь укрупненными удельными нормами на единицу продукции, выпускаемой предприятием. Расход воды, потребляемой населенным пунктом, включает расходы: хозяйственно-бытовые нужды населения, хозяйственно-бытовые нужды и душ рабочих промышленных предприятий, технологические расходы промышленных предприятий, полив улиц и зеленых насаждений. Учет ведется как по отдельным водопотребителям, так и по водам различного качества (питьевая, техническая, забираемая из источника и т.д.). Расход воды населенным пунктом определяется как в сутки максимального водопотребления, так и среднесуточный.

### *Лекция «Системы водоснабжения»*

Систему водоснабжения выбирают на основании данных о водопотребителях, водопотреблении и сведениях об имеющихся источниках водоснабжения.

**Система водоснабжения** представляет собой комплекс сооружений для обеспечения определенной группы потребителей водой в требуемых количествах и требуемого качества.

Система водоснабжения населенного места и промышленного предприятия должны обеспечивать получение воды из природных источников, ее очистку и подачу к месту потребления. Кроме того, система водоснабжения должна обладать определенной степенью надежности. Для выполнения этих задач служат следующие сооружения, входящие обычно в состав системы:

- а) водозаборные сооружения, при помощи которых осуществляют захват воды из природных источников;
- б) водоподъемные сооружения, т. е. насосные станции, подающие воду к местам ее очистки, хранения и потребления;
- в) сооружения для улучшения качества воды;
- г) водоводы и водопроводные сети, служащие для транспортирования воды к местам ее потребления и ее распределения;
- д) башни и резервуары, играющие роль регулирующих и запасных емкостей.

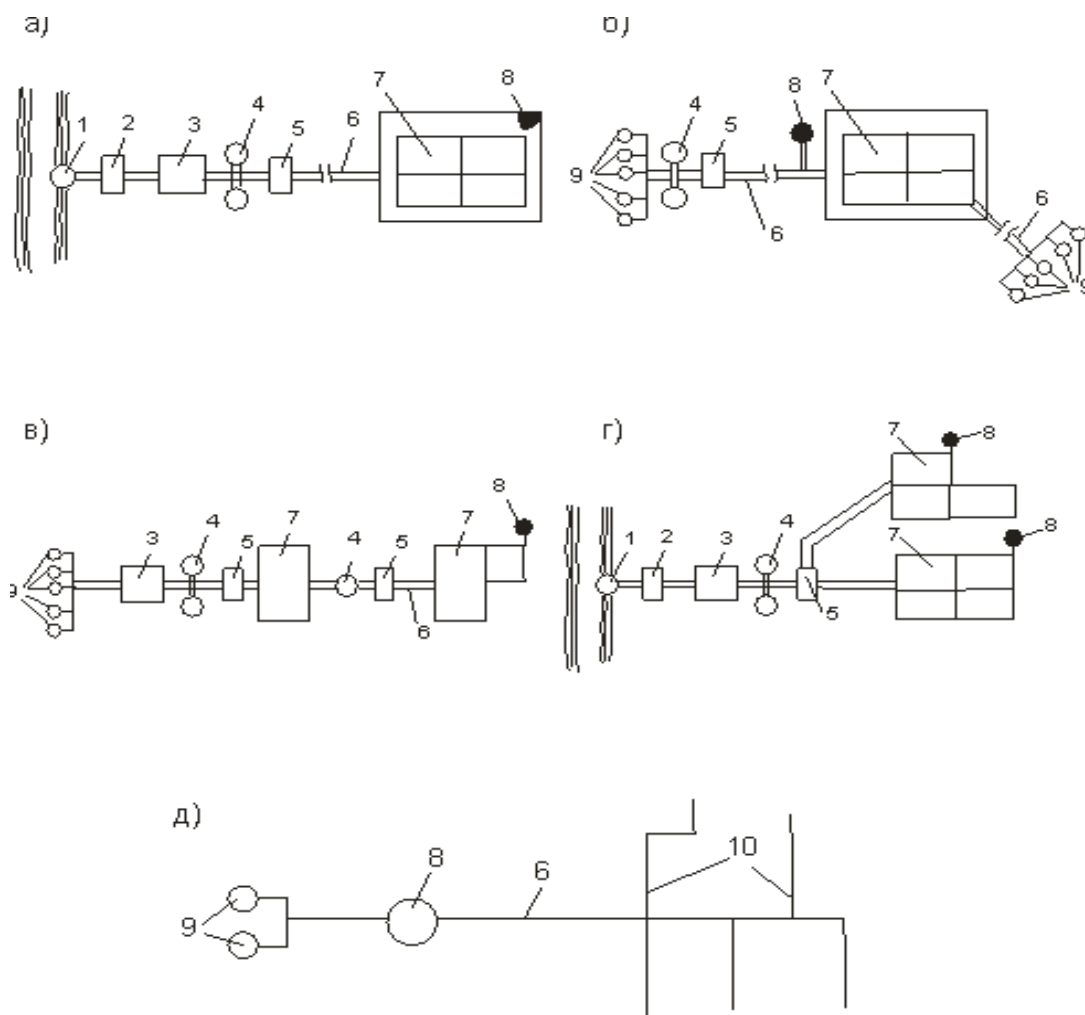
В зависимости от местных природных условий и характера потребления воды, а также в зависимости от экономических соображений схема водоснабжения и составляющие ее элементы могут сильно изменяться. Большое влияние на схему водопровода оказывает принятый источник водоснабжения, его характер, мощность, качество воды в нем, расстояние от снабжаемого водой объекта и т. п.

Водонапорная башня может быть расположена в начале сети, в конце ее или в какой-либо промежуточной точке сети. Порядок расположения прочих сооружений также может быть различен. При использовании подземных вод водоприемные сооружения выполняют в виде скважин, водосборных галерей или различных каптажных сооружений. При использовании поверхностных источников принимают водоприемники различных типов и конструкций, представляющие собой сложные гидротехнические сооружения. В тех случаях, когда очистку воды производить не требуется, система водоснабжения сильно упрощается, отпадает необходимость не только в очистных сооружениях, но часто и в связанных с ними резервуарах чистой воды и насосах II – го подъема.

Рельеф местности оказывает влияние на схему водоснабжения. В горных районах источники водоснабжения (озера, водохранилища, родники) могут находиться на отмет-

ках, значительно превышающих отметки снабжаемого объекта. В этом случае воду можно подавать самотеком и устройство насосной станции не требуется.

Важное практическое значение имеют групповые и районные водопроводы, при которых одна система водоснабжения охватывает несколько объектов, иногда различного назначения (населенные пункты, промышленные предприятия, железнодорожные станции, сельское хозяйство и др.). Обслуживание ряда объектов одной системой водоснабжения дает значительные экономические преимущества, т. к. капитальные затраты и эксплуатационные расходы такого водопровода ниже, чем аналогичные затраты отдельных систем для каждого объекта. При этом повышается степень надежности водоснабжения.



Схемы систем водоснабжения:

а - города с поверхностным источником б - города с двумя площадками артезианских скважин; в - города с последовательным зонированием, г - города с параллельным зонированием, д - сельского населенного пункта;  
 1 - водозаборные сооружения, 2 - насосная станция первого подъема; 3 - очистные сооружения, 4 - резервуары чистой воды, 5 - насосные станции второго и последующих подъемов, 6 - водоводы, 7 - магистральная водопроводная сеть, 8 - водонапорная башня, 9 - артезианские скважины, 10 - тупиковая сеть

Системы водоснабжения классифицируются:

- 1) по виду обслуживаемого объекта (городские, сельскохозяйственные, промышленные, железнодорожные);
- 2) по назначению (хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные);

3) по виду источника (с забором воды из поверхностного источника, с забором воды из подземного источника);

4) по способу подачи воды (механизированные с использованием насосов и водоподъемников, самотечные);

5) по способу регулирования воды (башенные, безбашенные);

6) по кратности использования воды (прямоточные с однократным использованием воды, оборотные с многократным использованием воды);

7) по общему назначению (централизованные системы, обеспечивающие водой большие комплексы объектов коммунального и производственного назначения; локальные системы, снабжающие водой отдельные здания или небольшую их группу; групповые системы, снабжающие водой несколько крупных районов, в которые входят промышленные комплексы, сельхозпредприятия, населенные пункты).

Если система водоснабжения одновременно выполняет несколько функций (хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные), её называют комбинированной.

Централизованная система водоснабжения населенных пунктов в зависимости от местных условий и принятой схемы водоснабжения должна обеспечивать:

хозяйственно-питьевое водопотребление в жилых и общественных зданиях, нужды коммунально-бытовых предприятий;

хозяйственно-питьевое водопотребление на предприятиях;

производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, где требуется вода питьевого качества или для которых экономически нецелесообразно сооружение отдельного водопровода;

тушение пожаров;

собственные нужды станций водоподготовки, промывку водопроводных и канализационных сетей и т.п.

При обосновании допускается устройство самостоятельного водопровода для: поливки и мойки территорий (улиц, проездов, площадей, зеленых насаждений), работы фонтанов и т.п.; поливки посадок в теплицах, парниках и на открытых участках, а также приусадебных участков.

Централизованные системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

I – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин;

II – величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч;

III – величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей в них более 50 тыс. чел. следует относить к I категории; от 5 до 50 тыс. чел. — ко II категории; менее 5 тыс. чел. — к III категории.

## Лекция «Источники водоснабжения»

Источником питьевого водоснабжения называется объект, содержащий воду, которая отвечает всем нормативным гигиеническим требованиям и используется для системы питьевого водоснабжения с соответствующей предварительной подготовкой.

Источники водоснабжения, в частности питьевого, должны гарантировать безопасность воды: отсутствие химических веществ в опасных концентрациях, возбудителей инфекционных болезней и радиоактивных элементов. Вода должна обладать благоприятными органолептическими свойствами.

Все воды, которые используются для хозяйственно-питьевого назначения, бывают поверхностные и подземные.

Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим основным требованиям: обеспечивать получение из него необходимых количеств воды с учётом роста водопотребления на перспективу развития объекта; обеспечивать бесперебойность снабжения водой потребителей; давать воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей или позволяет достичь требуемого качества путём простой и дешевой её очистки; обеспечивать возможность подачи воды объекту с наименьшей затратой средств; обладать такой мощностью, чтобы отбор воды из него не нарушал сложившуюся экологическую систему.

Правильное решение вопроса о выборе источника водоснабжения для каждого данного объекта требует тщательного изучения и анализа водных ресурсов района, в котором расположен объект.

К поверхностным источникам водоснабжения относятся: моря или их отдельные части (заливы, проливы), водотоки (реки, ручьи, каналы), водоемы (озера, пруды, водохранилища, обводненные карьеры) и др.

Характерными качествами речной воды являются относительно большая мутность (особенно в период паводков), высокое содержание органических веществ, бактерий, часто значительная цветность. Наряду с этим речная вода характеризуется обычно относительно малым содержанием минеральных солей и, в частности, относительно небольшой жесткостью. Вода озёр обычно отличается весьма малым содержанием взвешенных веществ (то есть малой мутностью или, иначе, большой прозрачностью), кроме прибрежной зоны, где мутность воды увеличивается в результате волнения. Степень минерализации озерной воды весьма различна.

Поверхностные источники характеризуются значительными колебаниями качества воды и количества загрязнений в отдельные периоды года. Качество воды рек и озёр в большой степени зависит от интенсивности выпадения атмосферных осадков, таяния снегов, а также от загрязнения её поверхностными стоками и сточными водами городов и промышленных предприятий. Сезонные колебания качества речной воды нередко бывают весьма резкими. В период паводка сильно возрастает мутность и бактериальная загрязнённость воды, но обычно снижается её жесткость. Обеспеченность среднемесячных расходов воды поверхностных источников должна приниматься по табл. 1 в зависимости от категории системы водоснабжения.

Таблица 1

Категория системы водоснабжения	Обеспеченность минимальных среднемесячных расходов воды поверхностных источников, %
I	95
II	90
III	85

Выбор источника водоснабжения должен быть обоснован результатами топографических, гидрологических, гидрогеологических, ихтиологических, гидрохимических, гидробиологических, гидротермических и других изысканий и санитарных обследований.

В качестве источника водоснабжения следует рассматривать водотоки (реки, каналы), водоемы (озера, водохранилища, пруды), моря, подземные воды (водоносные пласты, подрусовые, шахтные и другие воды). Для производственного водоснабжения промышленных предприятий надлежит рассматривать возможность использования очищенных сточных вод. В качестве источника водоснабжения могут быть использованы наливные водохранилища с подводом к ним воды из естественных поверхностных источников.

***Для хозяйственно-питьевых водопроводов должны максимально использоваться имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям.*** При недостаточных эксплуатационных запасах естественных подземных вод следует рассматривать возможность их увеличения за счет искусственного пополнения.

Использование подземных вод питьевого качества для нужд, не связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением, как правило, не допускается. В районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водоисточники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, допускается использование этих вод на производственные и поливочные нужды с разрешения органов по регулированию использования и охране вод.

Для производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения при соответствующей обработке воды и соблюдении санитарных требований допускается использование минерализованных и геотермальных вод. При оценке использования водных ресурсов для целей водоснабжения надлежит учитывать:

- расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15—20 лет;
- требования к качеству воды, предъявляемые потребителями;
- качественную характеристику воды в источнике с указанием агрессивности воды и прогноз возможного изменения ее качества с учетом поступления сточных вод;
- качественные и количественные характеристики наносов и сора, их режим, перемещение донных отложений, устойчивость берегов;
- наличие вечномерзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхания источника, наличие снежных лавин и селевых явлений (на горных водотоках), а также других стихийных природных явлений в водосборном бассейне источника;
- осенне-зимний режим источника и характер льдошуговых явлений в нем;
- температуру воды и развитие фитопланктона на различной глубине;
- характерные особенности весеннего вскрытия источника и половодья (для равнинных водотоков), прохождения весенне-летних паводков (для горных водотоков);
- запасы и условия питания подземных вод, а также возможное их нарушение в результате изменения природных условий, устройства водохранилищ или дренажа, искусственной откачки воды и т.п.;
- качество и температуру подземных вод; возможность искусственного пополнения и образования запасов подземных вод;
- требования органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, рыбоохраны и др.

Оценку ресурсов подземных вод надлежит производить на основании материалов гидрогеологических поисков, разведки и исследований в соответствии с “Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод” и “Инструкцией по применению классификационных запасов подземных вод к месторождениям пресных вод” Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых. Запасы подземных вод должны быть утверждены Государственной или территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых.

*Лабораторные работы № 1, 2*  
**«Определение суточного расхода воды.  
Составление графика водопотребления в течение суток»**

Цель работы: научиться определять суточный и почасовой расходы воды населенного пункта; овладеть навыками работы с нормативными документами СНиП 2.04.02-84 .

Проектирование водоснабжения объекта начинается с определения количества потребляемой воды и режима ее расходования на расчетный период, обычно в сутки максимального потребления. Каждая категория потребителей имеет свои нормы потребления и режима расходования воды в течение суток, количество ее определяется отдельно для каждой категории.

В городах водопотребление определяется по следующим категориям: хозяйственно-питьевое водопотребление с учетом нужд в виде объектов социального назначения; расход воды на поливку и мойку улиц, площадей и зеленых насаждений; хозяйственно-питьевое водопотребление рабочими и служащими на рабочих местах; расход воды на производственные нужды промышленных предприятий; расход воды на периоды пожаротушения.

Количество воды, потребляемое каждой категорией потребителей, определяется как произведение числа водопотребителей на норму водопотребления, а суточный расход всего объекта как сумма слагаемых по отдельным категориям:

$$Q = \sum N_{жс} q_{жс} + \sum N_n q_n + \sum N_p q_p + \sum N_m q_m + \sum N_c q_c,$$

где  $Q$  – общее количество воды, потребляемое в сутки объектом;  $N_{жс}$ ,  $N_n$ ,  $N_p$ ,  $N_m$ ,  $N_c$  – число потребителей воды по категориям: население, площадь поливки, рабочие и служащие на предприятиях, единицы продукции; потребители на социальных объектах;  $q_{жс}$ ,  $q_n$ ,  $q_p$ ,  $q_m$ ,  $q_c$  – соответствующие этим категориям нормы водопотребления принимаются по СНиП 2.04.02-84

*Полное водопотребление* рассчитывается с учетом нужд водопровода по формуле

$$Q_{пол} = Q + \alpha Q;$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий собственные нужды водопровода; для предварительных расчетов может быть принят равным 0,05 - 0,1.

Далее определяется значения расходов воды в сутки максимального и минимального водопотребления:  $Q_{сут.макс.} = K_{сут.макс.} Q_{пол}$ .

$$Q_{сут.мин.} = K_{сут.мин.} Q_{пол}.$$

где  $K_{сут.макс.} = 1,1 - 1,3$  и  $K_{сут.мин.} = 0,7 - 0,9$ .

Необходимо также определить коэффициент часовой неравномерности водопотребления по объекту по формулам:

$$K_{ч.макс.} = \alpha_{макс.} \beta_{макс.}; K_{ч.мин.} = \alpha_{мин.} \beta_{мин.};$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень его благоустройства, режим работы предприятий и т.д. Значение принимается:

$$\alpha_{\max} = 1,2 - 1,4; \alpha_{\min} = 0,4 - 0,6.$$

Значение коэффициентов  $\beta_{\max}$  и  $\beta_{\min}$  принимается в зависимости от количества жителей в соответствии с требованиями п. 2.2. СНиП 2.04.02-84.

Заканчивают расчет расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения определением расчетных часовых расходов воды в часы максимального и минимального водопотребления:

$$q_{\text{ч. max}} = (K_{\text{ч. max}} Q_{\text{сут. max.}})/24;$$

$$q_{\text{ч. min}} = (K_{\text{ч. min}} Q_{\text{сут. min.}})/24.$$

**Задание.** Объект водоснабжения по своим климатическим и природным условиям соответствует Забайкалью. Сведения о характере застройки и плотности населения сведены в таблица 1. Площадь застройки – 100 га.

1. Определить суточный расход на хозяйственно-питьевое водопотребление в населённом пункте.

**Таблица 1. Характеристика населенного пункта**

№ варианта	Объект водоснабжения	Характер застройки и благоустройства	Плотность населения (чел./га)
1, 10	Северный мкр.	Застройка зданиями в 9 этажей с внутренним водопроводом канализацией и централизованным горячим водоснабжением.	500
2, 9	Южный мкр.	Застройка зданиями в 5 этажей с внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением.	350
3, 8	Заречный район	Застройка зданиями в 2 этажа с водопроводом, ваннами и местными водонагревателями	150
4, 7	Лесной мкр.	Застройка зданиями в 4 этажа с внутренним водопроводом, канализацией, без ванн	250
5, 6	Степная ст.	Застройка зданиями в 1-2 этажа северной половины станции, неблагоустроенными и водозабором из колонок; - 3-этажными с водопроводом и канализацией в южной части	120

2. Определить почасовые расходы воды (таблица 2) и построить график почасового водопотребления населенного пункта по исходным данным лабораторной работы № 1 в соответствии с вариантом.

**Таблица 2.**

Часы суток	Режим хозяйственно-питьевого водопотребления населения						
	Расчетные расходы воды в % от максимального суточного потребления при $K_{ч.макс}$						
	1,35	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0
0-1	3,13	2,98	2,70	2,44	2,19	1,96	1,56
1-2	2,12	1,92	1,58	1,36	1,14	0,96	0,69
2-3	2,10	1,91	1,57	1,26	1,02	0,83	0,53
3-4	2,10	1,91	1,58	1,36	1,14	0,96	0,69
4-5	2,55	2,36	2,01	1,61	1,35	1,12	0,74
5-6	3,36	3,23	2,99	2,75	2,52	2,31	1,91
6-7	4,83	4,90	5,02	4,13	5,21	4,28	5,36
7-8	4,93	5,02	5,18	5,33	5,45	5,55	5,75
8-9	5,50	5,68	6,05	6,42	6,77	7,12	7,81
9-10	5,41	5,58	5,92	6,24	6,56	6,86	7,46
10-11	5,03	5,14	5,34	5,52	5,68	5,82	6,07
11-12	4,71	4,76	4,86	4,92	4,98	5,01	5,03
12-13	4,07	4,03	3,93	3,82	3,70	4,56	3,30
13-14	3,91	3,85	3,72	3,58	3,42	3,27	2,95
14-15	3,74	3,66	3,49	3,32	3,14	2,96	2,60
15-16	4,21	4,19	4,14	4,06	3,97	3,87	3,64
16-17	4,48	4,50	4,51	4,51	4,49	4,45	4,34
17-18	4,34	4,35	4,32	4,29	4,23	4,17	3,99
18-19	4,60	4,63	4,69	5,72	4,74	4,75	4,69
19-20	5,14	5,26	5,49	5,70	5,91	6,09	6,72
20-21	5,32	5,48	5,78	6,07	6,34	6,61	7,11
21-22	5,63	5,83	6,25	6,67	7,08	7,50	8,03
22-23	5,23	5,37	5,63	5,88	6,13	6,35	6,77
23-24	3,56	3,46	3,25	3,04	2,84	2,64	2,26

Отчёт по лабораторной работе оформлять в соответствии с требованиями: МИ 01-02-2018 Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации.

Отчёт по лабораторной работе и конспект лекций отправить на проверку: [lyudmila-vasyuti@mail.ru](mailto:lyudmila-vasyuti@mail.ru)

Доцент кафедры ПГ и ТГР, канд. геол.-мин. наук  
Васютин Людмила Александровна