

Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

На правах рукописи



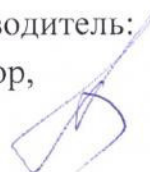
Гутарова Марина Юрьевна

**НОРМИРОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЕМ ГОРОДОВ В
УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ**

05.23.04 - водоснабжение, канализация, строительные системы охраны
водных ресурсов

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.т.н., профессор,
Найманов А.Я.



Идентичность всех экземпляров заверяю:

Ученый секретарь диссертационного

ученого совета Д 01.005.01



З.В. Удовиченко

Макеевка - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
 Глава 1 Нормирование водопотребления населением городов и критический анализ методов определения норм.....	13
1.1 Структура водопотребления и факторы, влияющие на формирование норм водопотребления.....	13
1.2 Методика расчета норм водопотребления в действующих и проектируемых водопроводах	22
1.2.1 Модель, разработанная НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроектом и МГСУ им. В.В.Куйбышева.....	23
1.2.2 Модель, разработанная МосводоканалНИИпроектом.....	26
1.2.3 Модель, разработанная НИИ КВОВ АКХ.....	29
1.2.4 Методика определения нормативов питьевого водоснабжения населения Госжилкоммунхоза Украины.....	36
Выводы по главе 1.....	40
 Глава 2 Современные нормы водопотребления и оценка возможных изменений удельного водопотребления населением при некруглосуточной подаче воды.....	42
2.1 Современные нормы водопотребления.....	42
2.2 Потери воды в системе водоснабжения, учет расходов (водоучет).....	49
2.3 Теоретическая оценка возможного изменения водопотребления при некруглосуточной подаче воды.....	54
Выводы по главе 2.....	66
 Глава 3 Исследование фактического водопотребления населением в городе Макеевка при некруглосуточной подаче воды.....	68
3.1 Сбор массива данных ежемесячных измерений удельных расходов воды.....	68

3.2 Обработка результатов ежемесячных измерений удельных расходов воды....	69
3.3 Методика статистической обработки результатов измерений расходов воды.	71
3.4 Результаты статистической обработки результатов измерений расходов воды.....	76
3.4.1 Здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями.....	76
3.4.2 Здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе.....	82
3.4.3 Здания с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением.....	85
3.4.4 Здания с водопроводом, канализацией, без ванн.....	89
3.4.5 Сводная статистическая обработка результатов измерений.....	93
Выводы по главе 3.....	99
 Глава 4 Разработка нормативов водопотребления для населения г. Макеевка в условиях некруглосуточной подачи воды и сравнение их с фактическим удельным водопотреблением.....	102
4.1 Факторы, влияющие на водопотребление населением в жилом фонде г. Макеевка.....	102
4.2 Основные требования к разработке нормативов питьевого водоснабжения населения и подготовительные работы к проведению расчета нормативов водоснабжения.....	105
4.3 Расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка согласно «Методическим рекомендациям по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанным НИИ КВОВ АКХ.....	105
4.4 Расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины.....	112
4.5 Сравнительный анализ полученных норм водопотребления.....	118

4.6 Анализ экономической эффективности применения научно обоснованных норм водопотребления.....	123
Выводы по главе 4.....	129
Общие выводы по работе.....	134
Библиографический список	137
Приложение А. Эксплуатационные данные по КП "Макеевский горводоканал".....	152
Приложение Б. Результаты обследования зданий для выявления реального водопотребления населением	155
Приложение В. Изменение удельного водопотребления в зависимости от заселенности квартиры в зданиях	165
Приложение Г. Расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка.....	167
Приложение Д. Акты внедрения результатов работы.....	181

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Донецкий регион столкнулся с проблемой нерационального использования питьевой воды при одновременном дефиците источников водоснабжения. Вследствие этого в населенных пунктах вынуждены корректировать нормы водопотребления до приемлемого обоснованного предела. Истоки данной проблемы, в основном, объясняются принимаемыми еще на стадии проектирования завышенными нормами водопотребления. Проектные организации при этом руководствуются обязательными СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий», которые устанавливают такие нормы в зависимости от планируемого уровня благоустройства жилой застройки, не всегда достигаемого на практике. Ситуация ухудшается вследствие изношенности трубопроводных систем, особенностями эксплуатации на подрабатываемых территориях и постоянным увеличением размеров утечек воды.

Анализируя применяемые нормы водопотребления, следует признать, что они носят общий характер, поскольку охватывают все хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые потребности, и не выделяют удельное водопотребление населением. Кроме того, в нормативных документах отсутствует информация о вышеуказанных нормах при нестабильной подаче воды. Для принятия взвешенных решений по этой проблеме необходимо руководствоваться водным балансом водопроводной системы, в котором реальное водопотребление населением и водоснабжение объектов коммунального хозяйства имеет главное значение. В целом установление реальных норм водопотребления имеет социальное и экономическое значения, позволяющие достичь консенсуса между поставщиками и потребителями воды.

Актуальность данной работы состоит в необходимости определения реальных величин потребления питьевой воды населением, что позволит на

теоретическом и практическом уровнях обосновать нормы водопотребления, в том числе для городов и поселков с действующей системой водоснабжения, особенно в тех случаях, когда в силу ряда объективных причин осуществляется некруглосуточная подача воды.

Степень разработанности темы. До последнего времени для определения расхода воды населением применялось множество различных подходов, подчас недостаточно обоснованных или неточных. Чаще всего в практике работы организаций, эксплуатирующих жилищный фонд, было принято устанавливать нормы водопотребления, регламентируемые действующими СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Данные нормы существенно превышают рациональную потребность населения в воде. В России действует СП 30.13330.2012. «Внутренний водопровод и канализация зданий» (Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*), в Украине – ДБН В.2.5-64:2012. «Внутрішній водопровід та каналізація», но и эти нормативы не регламентируют величину удельного водопотребления населением при нестабильной подаче воды.

В свое время были разработаны модели для расчета нормативов питьевого водоснабжения государственными и научными организациями в России (НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроект, МГСУ им. В.В. Куйбышева, МосводоканалНИИпроект, НИИ КВОВ АКХ) и в Украине (Госжилкоммунхоз), но они разработаны для населенных пунктов с круглосуточной подачей воды. Вопросу нормирования удельного водопотребления посвящены работы Гейнца В.Г., Душкина С.С., Исаева В.Н., Кожина И.В., Мхитарян М.Г., Окрушко В.Е., Шопенского Л.А. Структура водопотребления и факторы, влияющие на формирование норм водопотребления, освещены в работах Бурачас А.И., Исаева В. Н., Майзельса М.П., Масри Г.Х., Мордясова М.А., Свинцова А.П. Влиянию заселенности на величину водопотребления в жилых зданиях посвящены работы Свинцова А.П., Тауфика М.Ю.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Тема диссертации соответствует направлению исследований кафедры «Городское

строительство и хозяйство» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

Работа выполнена в рамках госбюджетных научно-исследовательских работ Д-2-06-11 «Разработка модели комплексной оценки и обеспечения надежности систем водоснабжения и водоотведения при проектировании и эксплуатации» (№ госрегистрации 0111U001806) (2011-2012 гг.), Д-1-01-13 «Организационно-экономические основы градостроительства, территориального и стратегического планирования» (№ госрегистрации 0113U001917) (2013-2015 гг.) и кафедральной темы К-3-04-14 «Разработка теоретических и технологических мероприятий по повышению экологической безопасности и надежности городских транспортных и инженерных систем» (№ госрегистрации 0117D000276) (2014-2018 гг.).

Цель работы. Разработка научного обоснования нормирования водопотребления при нестабильной (некруглосуточной) подаче воды населению.

Задачи исследования:

- выполнить анализ структуры водопотребления населением и формирования действующих норм водопотребления;
- теоретически оценить возможные (расчетные) величины норм водопотребления при условии нестабильной (некруглосуточной) подачи воды;
- выполнить исследования фактического удельного водопотребления населением при разном уровне благоустройства жилья и некруглосуточной подаче воды;
- выполнить математико-статистический анализ данных горводоканалов с целью выяснения величины фактического удельного потребления холодной воды населением в условиях некруглосуточной подачи воды;
- подвести научную базу под нормирование водопотребления населением при некруглосуточной подаче воды на основе результатов исследований;
- разработать предложения по совершенствованию методик расчета нормативов водопотребления населением в условиях некруглосуточной подачи воды;

– оценить экономическую эффективность применения научно обоснованных норм водопотребления населением.

Объект исследования – система водоснабжения населения города.

Предмет исследования – нормирование водопотребления населением при нестабильной (некруглосуточной) подаче воды.

Научная новизна полученных результатов:

– впервые проведено исследование удельного водопотребления населением крупного города при некруглосуточной подаче воды;

– выявлено существенное снижение удельного водопотребления при некруглосуточной подаче воды в зданиях практически любого уровня благоустройства по сравнению с круглосуточной подачей;

– впервые определено, что дифференциальное распределение удельных расходов воды населением при некруглосуточной подаче воды подчиняется показательному, а не нормальному закону, как при круглосуточной подаче;

– научно обоснована методика расчета нормативов водопотребления при некруглосуточной подаче воды (20% обеспеченность по интегральному распределению);

– предложено внесение научно обоснованных дополнений в существующие методики для определения норм водопотребления в городах с некруглосуточной подачей воды.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая значимость результатов исследований:

– проанализирована структура водопотребления и факторы, влияющие на формирование норм водопотребления;

– выполнена теоретическая оценка возможных (расчетных) величин норм водопотребления при условии некруглосуточной подачи воды;

– выявлен показательный закон дифференциального распределения фактических удельных расходов воды на одного человека в сутки, что является отличительной чертой некруглосуточной подачи воды, поскольку при круглосуточной подаче дифференциальное распределение подчиняется

нормальному закону, а это свидетельствует о смещении наиболее вероятных величин удельного водопотребления к минимальным значениям.

Практическая значимость результатов исследований:

- выполнено исследование фактического удельного водопотребления населением при разном уровне благоустройства жилья и некруглосуточной подаче воды и определено значительное его снижение в условиях нестабильной подачи;

- определены реальные нормы водопотребления населением г. Макеевка, проживающим в жилых зданиях разного вида благоустройства;

- разработаны и прошли апробацию методики расчета норм водопотребления для населения г. Макеевка (на основе существующих методик определения норм водопотребления с учетом научно обоснованных корректировок), которые могут быть использованы и в других населенных пунктах с некруглосуточной подачей воды;

- результаты диссертационной работы были использованы в научно-исследовательской работе «Расчет нормативов питьевого водоснабжения для населения г. Макеевка» (хоздоговоры №105-1/249 и №110-02 ТЭРС);

- материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Городское строительство и хозяйство» при изучении дисциплин «Санитарно-техническое оборудование зданий» и «Городские инженерные сети», профиля «Водоснабжение и водоотведение» при изучении дисциплины «Санитарно-техническое оборудование зданий»; для подготовки бакалавров по направлению 07.03.01 «Архитектура» при изучении дисциплины «Инженерные системы и оборудование в архитектуре» (Часть 1 «Проектирование систем водоснабжения и водоотведения жилого дома»).

Методология и методы исследования. В процессе выполнения работы автором был применен системный подход к анализу вопросов, связанных с

нормированием водопотребления населением городов. В ходе выполнения расчетно-аналитических исследований использовались численные методы обработки данных (определение норм водопотребления; анализ нормативно-технической документации), методы математической статистики (анализ данных о водопотреблении). Выполнено сопоставление полученных результатов с результатами близких по характеру исследований (работы ученых и специалистов в области нормирования водопотребления населением), опубликованных в научно-технической литературе.

Личный вклад соискателя включает постановку цели и задач исследования, критический анализ структуры водопотребления населением и формирования действующих норм водопотребления; теоретическая оценка возможных (расчетных) величин норм водопотребления при условии некруглосуточной подачи воды; исследование фактического удельного водопотребления населением при разном уровне благоустройства жилья и некруглосуточной подаче воды; сбор, обработка и анализ статистических данных горводоканала с целью выяснения величины фактического удельного потребления холодной воды населением в условиях некруглосуточной подачи воды; научное обоснование нормирования водопотребления населением при некруглосуточной подаче воды на основе результатов исследований; разработка предложений по совершенствованию методик расчета нормативов водопотребления населением в условиях некруглосуточной подачи воды; оценка экономической эффективности применения научно обоснованных норм водопотребления населением.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты математико-статистического анализа водопотребления населением г. Макеевка в условиях некруглосуточной подачи воды;
- научное обоснование предложений по совершенствованию методик определения норм водопотребления населением при некруглосуточной подаче воды.

Степень достоверности и апробация результатов диссертационной работы. Достоверность результатов исследований подтверждается близостью теоретически разработанных и фактических величин удельного водопотребления населения, а также широкой публикацией работ по данной теме и обсуждением их на конференциях разного уровня.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: IV Всеукраинской научно-практической конференции «Всемирный день водных ресурсов – 2004» на Государственном областном коммунальном предприятии «Донецкоблводоканал»; III-XVII научно-практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых, проводимых в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (г. Макеевка, 2004-2016 гг.); I-II научно-практических конференциях, посвященных Дню воды (г. Луганск, 2009-2010 гг.); научно-практической конференции «Развитие жилищно-коммунального комплекса городов» (г. Одесса, 2010 г.); XIII Всеукраинской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технология – 2010» (г. Северодонецк, 2010 г.); VIII международной научно-технической конференции «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов» (г. Бердянск, 2010 г.); V международном семинаре «Методы повышения ресурса городских инженерных инфраструктур» (г. Харьков, 2012 г.); IV Международной конференции «Научно-методическое и практическое обеспечение градостроительства, территориального и стратегического планирования» (г. Макеевка, ДонНАСА, 2014 г.); III Международной научно-практической конференции «Наука в современном информационном обществе» (г. Северный Чарльстон, США, 2014 г.); открытой региональной заочной конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы развития городов» в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка, 2017 г.); Международном строительном форуме «Строительство и архитектура – 2017» в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования

«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка, 2017 г.); X Международной научно-технической конференции «Технологии очистки воды» «Техновод – 2017» (г. Астрахань, Российская Федерация, 2017 г.).

Публикации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 15 печатных работах, общим объемом 5,58 а. л., лично автором – 2,88 а. л., в том числе 8 работ в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденный МОН Украины (2 – в изданиях, индексируемых в базе данных РИНЦ (РФ)); 1 статья опубликована в издании, входящем в перечень рецензируемых научных изданий, утвержденный ВАК РФ (индексируемая в базе данных РИНЦ (РФ)); 1 – в издании, индексируемом в международной наукометрической базе данных Scopus и в базе данных РИНЦ (РФ) (Procedia Engineering), 2 – в других изданиях; 3 – по материалам конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников из 139 позиций, 5 приложений. Общий объем диссертации составляет 183 страницы машинописного текста. Из них 132 страницы основного текста, 4 полных страницы с рисунками и таблицами, 15 страниц списка использованных источников, 32 страницы приложений.

ГЛАВА 1 НОРМИРОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЕМ ГОРОДОВ И КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМ

1.1 Структура водопотребления и факторы, влияющие на формирование норм водопотребления

Расходование воды каждым пользователем обусловлено степенью благоустройства жилья (централизованное холодное и горячее водоснабжение, ванна, ванна с гидромассажем, душевая кабина, биде, автоматические стиральная и посудомоечная машины, электрические или газовые водонагреватели), индивидуальными особенностями человека, традициями и культурой пользования водой.

Население является основным потребителем питьевой воды для любого города или населенного пункта. Сбор и анализ сведений об объеме необходимой питьевой воды потребителю всегда актуален и находится на контроле местных органов власти.

Широко распространенная в зарубежной социологии концепция мотивации А. Маслоу [1-3] позволяет изучить и оценить механизмы принятия потребителем тех или иных решений [1-5]. Согласно концепции А. Маслоу потребности человека располагаются в порядке приоритетности от наиболее значимых до наименее актуальных для личности. Основные положения концепции мотивации по А. Маслоу можно представить в виде пяти уровней водопотребления (по значимости использования воды) населением в жилом секторе [1, 5].

1. Физиологический минимум – это использование воды для приготовления пищи и питьевых нужд. Можно утверждать, что это наиболее важная для человека потребность в воде, необходимая не только в непредвиденных обстоятельствах, но и в повседневной жизни. Большая часть водопотребителей не задумывается о значимости данного уровня, но в действительности, пока человек не утолит потребности физиологических потребностей, о гигиенических процедурах он не задумывается [5].

2. Гигиенические потребности – это поддержание человеком в порядке и чистоте своего тела, одежды, места проживания.

Лишь после утоления жажды и голода человек обращает внимание на чистоту своего тела, одежды, жилища, у него возникает потребность в приведении их в надлежащий порядок. Водопроводная вода на данном уровне используется в количестве, необходимом для выполнения простейших гигиенических процедур, стирки одежды, уборки жилья - обеспечения бытовых условий на уровне прожиточного минимума [5].

3. Социальные потребности – это принадлежность человека к определенному культурному слою, общественному классу, духовному мировоззрению.

Возникают потребности эстетического и нравственного плана, выражающие достоинство человека, в результате чего он интересуется отношением к нему других людей, о взаимосвязях между ними, об устройстве их бытовых условий и т. д.

Важным для человека становится потребность в бытовых условиях, аналогичных его кругу общения, желание содержать в надлежащем техническом состоянии санитарно-технические устройства и арматуру в квартире для удовлетворения гигиенических процедур, принятых нормой в его окружении, не только для питьевых целей, приготовления пищи, стирки одежды и уборки помещений [5].

4. Потребности в признании, понимании и оценке своего статуса. Индивид стремится соответствовать сложившимся традициям в кругу общения, ему уже мало быть «не хуже других». В соответствии с представлениями о ценностях, присущих его окружению, человек пытается облагородить свой быт, ориентируясь на свои потребности и исходя из своих возможностей. Потребительскому поведению присуща установка современных, наиболее технологичных типов арматуры, передовых автоматических стиральных и посудомоечных машин и др. [5].

Использование воды потребителем для удовлетворения своих нужд определяется ритмом и качеством жизни.

Одним присуще удовлетворение традиционных водных процедур: умывание, душ, ванна. Другим – принятие утреннего бодрящего душа, а вечером – ароматной успокаивающей ванны.

5. Потребности в самоутверждении. При наличии соответствующих возможностей у индивида после удовлетворения всех перечисленных потребностей появляется необходимость в особом благоустройстве жилья, что выражается в оборудовании его самыми передовыми и (или) уникальными санитарно-техническими устройствами. При этом денежные затраты на продукцию водоснабжения и водоотведения, не являются главенствующими по сравнению с затратами потребителя на повышение уровня комфортности жилища [5].

Мотивация, побуждающая индивида к принятию определенного решения, связанного с удовлетворением своих потребностей в воде, может быть одним из главных механизмов управления процессом потребления воды, что имеет высокий и практический интерес для поставщика продукции водоснабжения и водоотведения и местной власти [6-18].

В настоящее время водоснабжающие предприятия и муниципальные власти не могут указать населению, сколько воды следует ему использовать для своих домашних нужд. Концепция мотивации потребительского поведения населения на рынке продукции водоснабжения и водоотведения для жилого сектора позволяет компетентным органам государственной власти определять методы активного влияния на процесс водопотребления населением [6-18].

Для определения резерва хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо знать идеальное водопотребление, определяемое потребностью человека в воде для осуществления санитарно-гигиенических процедур и хозяйственных потребностей в месте проживания. Хозяйственно-гигиеническая потребность в воде определяется на основе анализа и обработки данных по медико-гигиеническим исследованиям и в среднем составляет 75,6 л/(сут·чел.)

[19, 20], а в социальной потребности учитывается влияние климата, которое незначительно – 3-7% [19, 21] (Табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Структура водопотребления в хозяйственно-питьевом водоснабжении

Процедура	Потребность в воде, л/(сут·чел.)	
	хозяйственно-гигиеническая	социальная
Физиологический минимум		
Питьевые нужды	1,5	2
Приготовление пищи	3,4	4,6
Всего	4,9	6,6
Социальная потребность		
Мытье посуды	8,7	10,7
Стирка	13,6	19,2
Уборка	5	5,8
Всего	27,3	35,7
Гигиеническая потребность		
Умывание, чистка зубов	7	11
Душ, ванна	15,7	26,6
Смывной бачок	20,7	31,4
Всего	43,4	69,0
Итого	75,6	111,3

Социальная потребность в воде человека, проживающего в современном благоустроенном здании, составляет 111,3 л/(сут·чел.) [19, 22]. Процесс пользования водопроводом раскрывает полную потребность в воде индивида. При этом возникают потери воды, и фактическое водопотребление значительно превышает потребность, доходя до 300-500 л/(сут·чел.) [23].

В таблице 1.2 приведены для сравнения средние показатели потребления воды в быту в разных странах [24, 25].

Таблица 1.2 – Затраты воды потребителями в быту, л/(сут·чел.)

Виды потребления воды	Болгария	Россия	США	Франция	Узбекистан	Украина
1	2	3	4	5	6	7
Приготовление пищи и питье	5	6	12	8-11	10	9
Ежедневный туалет (чистка зубов, умывание)	10	30	-	10-40	28	26
Ванна	-	29	74	72-83	43	49

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7
Душ	50	23	-	11-40	5	27
Стирка	10	49	8	5-15	50	42
Смыв унитазов	40	40	82	-	32	35
Всего	115	177	176	106-189	168	188

Очевидно, что в России, США, Узбекистане и Украине удельное водопотребление значительно выше научно-обоснованных норм.

Водопотребление в жилых домах в настоящее время является случайным и неуправляемым процессом [5, 6]. Оно характеризуется неравномерностью и формируется под влиянием многих и часто неуправляемых факторов, которые можно разделить на четыре основные группы [5]:

а) технические факторы связаны с особенностями водоразборной арматуры конструктивного характера, давлением перед арматурой, температурой подаваемой горячей воды в точках водоразбора. Технические факторы оказывают большое влияние на величину водопотребления - за счет неисправностей арматуры к полезному расходу воды добавляются различные виды ее потерь [5];

б) социальные факторы характеризуются образом жизни потребителя, социальным поведением населения, традициями водопользования, посемейной или коммунальной населенностью квартир и их заселенностью, наличием придомового участка, живности и пр. Социальные факторы влияют на продолжительность выполнения процедур с использованием воды, а также на количество используемой воды. Под влиянием социальных факторов формируются нерациональные расходы воды, особенно при отсутствии водоизмерительной арматуры непосредственно у потребителей [5];

в) временные факторы характеризуются старением и износом санитарно-технического оборудования и трубопроводов воды в процессе эксплуатации. Временные факторы вызывают нарушение герметичности и появлению утечек воды [5];

г) экономические факторы – наличие или отсутствие у водопотребителей возможности установки санитарно-технического оборудования большой вместимости воды (бассейны, ванны большой вместимости, и пр.) [5].

В основе водопотребления заложен опыт населения, накопленный им в процессе пользования водой в соответствии с его требованиями, обусловленными или не обусловленными, осознанными или просто ощущаемыми. Потребители воды, чаще всего, не могут объяснить причины использования того или иного количества воды, той или иной температуры.

В соответствии с теорией человеческой мотивации люди не осознают реальных психологических предпосылок, которые формируют их поведение по отношению к использованию воды [2, 5, 6]. В связи с тем, что действия каждого потребителя представляют собой случайное событие по отношению к системе водоснабжения, а поток множества событий – случайный и подчас неуправляемый процесс, водопотреблению характерны устойчивые закономерности.

Учитывая этот факт, можно считать, что на величину водопотребления в жилых зданиях оказывают влияние не только технические, экономические и демографические факторы, но и поведение потребителей [4, 5, 6].

Поведение потребителей в жилых зданиях продукции водопроводно-канализационных предприятий определяется использованием воды для удовлетворения физиологических, гигиенических и хозяйственно-бытовых нужд. Зная предпосылки потребностей человека в питьевой воде, можно определять пути активного воздействия на его потребительское поведение, в том числе рациональное использование воды в жилых домах и технико-экономическую эффективность работы предприятий водоснабжения, для исключения бессистемной и неконтролируемой подачи воды. Это ставит одну из задач перед предприятиями водоснабжения и водоотведения о необходимости исследования потребительского поведения населения на рынке потребления воды.

Качественная оценка процесса водопотребления показывает, что водопотребление в хозяйственно-питьевом водопроводе является случайной

величиной, зависящей от большого количества факторов. Среди них выделяются количества потребителей, режим работы (жизни), число приборов и вид санитарно-технического оборудования, частота и продолжительность пользования оборудованием, секундный (q_o), часовой ($q_{o,ч}$), суточный ($q_{o,сут.}$) расходы, необходимых для удовлетворения технологических, хозяйственных и гигиенических процедур, требования к бесперебойности подачи воды. На водопотребление оказывают влияние технологические и социальные потребности, утечки, нерациональные расходы и сливы воды.

В работе В.Н. Исаева и М.Р. Мхитарян выделены и проанализированы каждая из составляющих [26].

1. Технологическая потребность в течение суток неравномерна. Она реализуется через включение водоразборных точек устройств внутреннего водопровода в определенные периоды суток. Технологическая потребность в системе водоснабжения представлена определенными технологическими расходами, проходящими через систему водоснабжения. При малом числе приборов отклонение значительно больше среднего значения. При увеличении числа приборов величина случайной составляющей уменьшается, а величина среднего — увеличивается. При одном потребителе технологический расход равен расходу прибора. При большем числе водопотребителей из всех установленных на системе санитарно-технических приборов в определенный момент времени включается только их часть, так как потребность в воде у разных потребителей различна, и она не совпадает во времени. В итоге технологические расходы меньше, чем сумма расходов отдельных приборов. При увеличении числа приборов относительное количество включенных приборов уменьшается, и влияние секундного расхода снижается. При увеличении продолжительности использования санитарно-технических устройств возрастает число одновременных пользований, что увеличивает технологические расходы в системе [26].

2. Социальная потребность в воде человека, проживающего в современном благоустроенном здании, составляет согласно [19, 22] 111,3 л/(сут·чел.) (см. Табл.1.1).

Хозяйственно-гигиеническая потребность в воде составляет согласно [19, 21] 75,6 л/(сут·чел.) (Табл.1.1 – выше).

Социальные факторы (отношение к воде, режим жизни, социальное положение, образование, возраст человека, заселенность и благоустроенность квартир, цена на воду, наличие или отсутствие приборов водоучета и т. д.) могут изменить хозяйственно-гигиеническую потребность в воде на 30–40% [19, 27-31].

3. Утечки воды — это потери, обусловленные продолжительным истечением воды через нарушения герметичности в элементах водопровода. Чем выше количество мест повреждений, давление перед местом утечки, тем больший расход воды (величина утечки) используется не по назначению [26].

Сюда же можно отнести и потери воды, незарегистрированные водоизмерительными приборами из-за нечувствительности их к малым расходам воды и из-за ухудшения метрологических характеристик водомеров в процессе эксплуатации.

Давление оказывает значительное влияние на величину утечки. Утечки увеличиваются в часы минимального водопотребления в ночные часы, когда давление в системе максимально, и уменьшаются в часы максимального водопотребления при снижении давления в сети.

В процессе длительной эксплуатации величина утечки, как правило, возрастает, что связано с износом оборудования и трубопроводов [26].

4. Нерациональные расходы воды возникают в процессе удовлетворения потребности в воде, когда из водопровода отбирается больше воды, чем требуется для технологических процедур [26]. Нерациональные расходы зависят от совершенства водоразборной арматуры (подача воды только в те периоды, когда она необходима), избыточного давления перед арматурой. Нерациональные расходы во времени совпадают с технологическим водопотреблением и изменяются незначительно в процессе эксплуатации.

5. Сливы воды возникают при нарушении качественных показателей воды: увеличение цветности, мутности, появление запаха, привкуса, снижение температуры горячей воды и т. п. Они вызваны нарушением технологических режимов подготовки, хранения воды, нагрева, и предшествуют по времени проведению технологических процедур [26].

В большинстве случаев вода в городах подается круглосуточно в соответствии с утвержденным графиком, но в ряде городов подача воды осуществляется 6-9 часов в сутки, в остальные часы большая часть водопроводных сетей опорожнена. Вопрос о том, сохраняется или изменяется удельное водопотребление населением остается открытым [32, 33] и какими должны быть нормы водопотребления необходимо выяснить путём проведения специальных исследований.

В условиях повышенной изношенности, высокой аварийности, ряда объективных причин вызывающих некруглосуточную подачу воды в работе водопроводных сетей, возможны технологические перерывы для устранения аварий, замены трубопроводов и т.п. Данные работы регламентируются [34-36]. В зависимости от категории водоснабжения нормируется время устранения неполадок и в целом один такой перерыв может длиться от 8 до 12 часов в сутки. Для снижения потерь воды в наружной водопроводной сети возможны дополнительные перерывы в водоснабжении. Во многих городах из-за повышенной аварийности и огромных потерях воды подача населению может осуществляться до 8 часов в сутки (4 часа утром и 4 часа вечером). Данный аспект служит основным показателем в пересмотре нормирования водопотребления населением за счет снижения времени водопотребления.

1.2 Методика расчета норм водопотребления в действующих и проектируемых водопроводах

На данный момент существует несколько методик определения норм водопотребления. Для расчета нормативов питьевого водоснабжения в России используется несколько моделей:

1. модель, разработанная в НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроекте и МГСУ им. В.В.Куйбышева;
2. модель, разработанная в МосводоканалНИИпроекте;
3. модель, разработанная НИИ КВОВ АКХ.

В Украине используется «Методика определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанная Госжилкоммунхозом.

Детальный анализ данных методик [26], проведенный В.Н. Исаевым и М.Р. Мхитарян, показал, что при определении эксплуатационных норм водопотребления следует отдавать предпочтение «более подробным, сложным, поэтому более точным методикам». По их мнению, наиболее успешными являются исследования Л.А. Шопенского [37-41], проведенные на объектах различного назначения.

К сожалению, все методики полагают подачу воды круглосуточной, без перерывов. Перерывы же в подаче вынуждают население создавать запасы воды в квартирах с помощью различных емкостей. Эта вода частично сливается в момент окончания перерыва и подачи «свежей» воды. Такое явление может существенно скорректировать удельное водопотребление населением.

При проектировании систем водоснабжения нормы водопотребления принимаются по [34-36, 42-44]; эти нормы часто называют проектными. Величины удельного водопотребления, вычисляемые для действующих водопроводов по вышеперечисленным методикам, принято называть эксплуатационными нормами водопотребления. Величины же удельных расходов, найденные по показаниям квартирных или домовых водомеров иногда называют

фактическими эксплуатационными нормами водопотребления (фактическим удельным водопотреблением).

1.2.1 Модель, разработанная НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроекте и МГСУ им. В.В.Куйбышева

Наибольшее число факторов (более 15) учитывает модель, разработанная в НИИ санитарной техники [37, 39], ЦНИИЭП инженерного оборудования [41], МосжилНИИпроекте [45-47], МИСИ [48]. Данная модель разработана на основании большого объема экспериментальных данных, исследования проводились в более 250 зданиях. Достоверность основополагающих модели подтверждается многолетней практикой в проектировании сетей водоснабжения.

Исследования Л.А. Шопенского, проведенные на объектах различного назначения [37-41], и детальный анализ режима работы водоразборных устройств и системы водоснабжения городов, районов и зданий позволили создать математическую модель, описывающую водопотребление в часы максимальной нагрузки и в течение других часов суток. Взаимосвязь частей модели осуществлена за счет вводимого коэффициента часовой неравномерности $K_{\text{ч}}$.

В период максимальной нагрузки выведены основные закономерности случайного процесса водопотребления, который на начальных участках прерывист (Рис. 1.1, кривая 6) [26, 37, 38], а по мере увеличения числа потребителей превращается в непрерывный процесс (Рис. 1.1, кривые 7, 8) [26, 37, 38], описываемый законом нормального распределения. При небольшом количестве потребителей случайный процесс можно описать несколькими законами распределения. Наиболее приемлемым является биномиальный закон, который при увеличении числа потребителей трансформируется в закон Пуассона и затем в нормальный закон [37, 38]. На основании исходных данных q_i (удельный расход воды, л/с), t_i (время, ч), P_i (обеспеченность), N_i (количество приборов водопользования, шт.) и законов распределения, наиболее близких к реальному

процессу водопотребления, модель позволяет определять расчетные расходы с заданной обеспеченностью (Рис. 1.1, кривые 9, 10) [26, 37, 38].

В процессе разработки модели было определено влияние каждого из основных факторов в различных сечениях водопровода [37-41]: при одном потребителе расход в системе равен расходу прибора (q_0) и случайная величина максимальна к средней (коэффициент вариации). По мере увеличения числа приборов (потребителей) доля случайной величины уменьшается. При среднем числе приборов (100 – 10000 шт.) расход зависит от вероятности действия водоразборной арматуры и количества приборов. При числе приборов более ста тысяч происходит значительное осреднение расходов, в результате средние расходы составляют 80-90% от расчетных расходов.

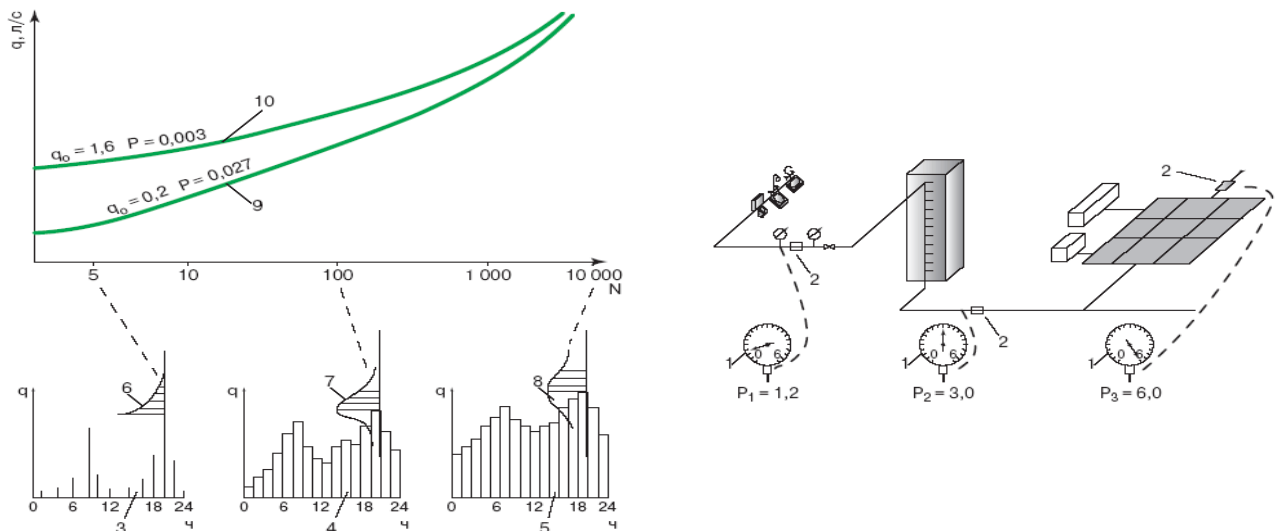


Рисунок 1.1 – Водопотребление в часы максимума [26]:

1 — манометр; 2 — счетчик воды; 3, 4, 5 — суточные (осредненные) графики водопотребления; 6, 7, 8 — распределение случайных отклонений расходов в час наибольшего водопотребления; 9, 10 — максимальные расходы при наименьших и наибольших секундных расходах прибора; q - удельный расход воды, л/с; N - количество приборов водопользования, шт.

Модель дает возможность определения расчетных расходов воды в зависимости от этажности здания и секундного расхода одним прибором [37, 38].

На формирование величины нерациональных расходов и утечек в системе влияет давление в водопроводной сети и срок службы арматуры.

Была выполнена обработка большого количества суточных графиков потребления воды. Как результат, получена универсальная зависимость, позволяющая описывать графики различной формы (при соответствующей корректировке K).

Статистическая обработка данных и сравнение графиков потребления воды дало возможность выявить соотношение технологических расходов и выделить часовые утечки воды в водопроводе систем холодного водоснабжения. За счет использования графиков интегрального распределения для анализа водопотребления стало возможным определять утечки и сливы воды [47, 48]. Результатом исследования надежности водоразборных устройств стало выявление зависимости суточных расходов от величины потерь [48].

К преимуществам данной методики следует отнести ее универсальность, возможность учета большого количества факторов. Методика позволяет выделить направляющие процесса водопотребления, в том числе и потери воды, позволяет оценить новые водосберегающие технические решения, дающие возможность выбора наиболее экономичного варианта по затратам энерго- и водоресурсов [26].

К недостаткам данной методики следует отнести отсутствие влияния сливов остывшей или недогретой воды в системе циркуляции горячего водопровода на общее водопотребление; использование осредненного давления на вводе в здание; невозможность всех многовариантных расчетов за счет большого математического аппарата [26].

Для возможности использования модели в практике проектирования была предложена упрощенная модель, положенная в основу [44].

Из-за необходимости ручного счета количество факторов было сокращено до пяти, а остальные приняты постоянными для средних условий водопользования: среднее давление (p), обеспеченность (P) – 0,992...0,983, средняя заселенность ($U_{\text{средн.}}$).

Упрощение методики, повлияло на возможности модели, но дало возможность решать основную задачу: определение максимальных расчетных

секундных и часовых расходов, для определения диаметров труб и типоразмеров оборудования.

Номограммы [44] и таблицы расчета [49] позволяют определять величины расходов воды без осуществления дополнительных расчетов.

К сожалению, неясно – можно ли применять методику при подаче воды с перерывами в течение суток и как это повлияет на норму водопотребления.

1.2.2 Модель, разработанная МосводоканалНИИпроектом

Методика, разработанная в МосводоканалНИИпроекте [50, 51], основана на статистической обработке общих графиков потребления воды, полученных на вводах водопровода. Авторы предложили рассматривать общее водопотребление (технологическое и потери) как сумму двух процессов: детерминированного, учитывающего периодический характер измерения расходов в зависимости от жизнедеятельности потребителей (осредненный график потребления воды), и случайного, который учитывает случайные отклонения от детерминированного расхода [26].

Исходными параметрами данной модели являются удельный средний расход воды за год (q) и количество потребителей (или приборов) (N).

Результатом обработки экспериментальных данных стало получение эмпирической зависимости между величиной дисперсии расхода (отклонением от среднего значения) и исходными параметрами для разных интервалов времени. Авторами был принят нормальный закон распределения вероятностей случайных расходов, а на начальных участках – усеченный нормальный. На этом основании определены функции распределения расходов при рассчитанной дисперсии (D). По полученным функциям при заданной обеспеченности были найдены расчетные расходы для интервалов времени разной продолжительности (сутки, часы и т.д.). Так как для любых исходных параметров методика всегда определяет дисперсию и коэффициент неравномерности, была предложена для

проектирования водопроводных сетей таблица [51], полученная в результате вычислений на ЭВМ сложных формул математической модели.

К преимуществам данной методики может считаться её универсальность, небольшое количество исходных параметров и простота расчета, сравнимая с номограммами [44] и таблицами [49]. Универсальность методики, по мнению самих авторов, дает возможность определить расчетные расходы в зданиях любого типа благоустройства, как в наружном, так и во внутреннем трубопроводах водоснабжения, а также рассчитать потери напора и затраты на электроэнергию.

К недостаткам модели следует отнести тот факт, что один из основных параметров – удельный средний расход воды за год – включает значительные потери воды [52], которые практически невозможно отделить от полезного расхода. В результате данную модель можно использовать только для описания уже существующего водопотребления. Оценить преимущества новых технико-экономических решений по экономному использованию воды с ее помощью абсолютно невозможно. Принятое авторами утверждение о взаимосвязи дисперсии и удельного расхода противоречит реальному процессу водопотребления. Так, среднему расходу 5,5 л/(ч·чел.) (135 л/(сут·чел.)) могут соответствовать потери 0,5-15 л/(ч·чел.) (утечка через один смывной бачок), и общие расходы будут изменяться от 6 до 25,5 л/(ч·чел.), т.е. более чем в 4 раза, а дисперсия, определяемая в основном технологическим расходом, практически не изменится. При этом, может быть и обратная ситуация: одному расходу – 5,5 л/ч·чел. – соответствуют различные дисперсии – коэффициенты часовой неравномерности: в жилых зданиях 1,5-2,0, а в бытовых помещениях промпредприятий – 2,5-3,0 [26].

Так же не совсем понятна универсальность математической модели, так как данные исследований, на основе которых она была получена, большей частью (80%) относятся к наиболее изученным жилым зданиям. В результате достоверность методики и ее использование в описании водопотребления обоснованы только для исследуемых зданий или других зданий, с похожим

санитарно-техническим устройством и режимом эксплуатации [26]. Для зданий других типов (более 40 видов), с иными режимами работы и характеристиками используемого оборудования, необходимы дополнительные исследования процесса потребления воды в каждом из зданий существующего типа благоустройства для выявления зависимости дисперсий от удельного расхода.

Перечисленные недостатки с учетом минимального количества учитываемых факторов – два – привело к значительному упрощению и огрубению модели, в результате чего снизилась точность описания процесса и на начальных участках расчетные расходы воды получились меньше расхода воды одним прибором (Рис. 1.2, кривая 4) [26], что противоречит реальному водопотреблению.

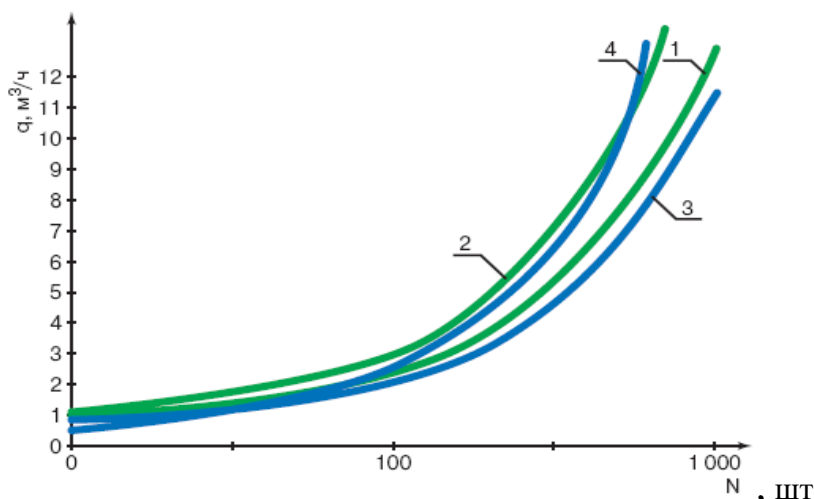


Рисунок 1.2 - Сравнение расчетных расходов, вычисленных по различным методикам [26]:

1 - по методике СНиПа 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» [44];

2 - по расширенной методике СНиПа 2.04.01-85* при давлении в сети 0,65 МПа и сроке эксплуатации 10 лет;

3 - по расширенной методике СНиПа 2.04.01-85* при давлении в сети 0,32 МПа и сроке эксплуатации 1 год;

4 - по методике МосводоконсалННИИпроекта.

Занижение расчетных расходов воды на расчетных участках приводит к нарушению гидравлической устойчивости системы, особенно в зданиях с централизованным горячим водоснабжением. Так же будет наблюдаться резкое

снижение давления перед водоразборной арматурой при дополнительном открытии санитарно-технической арматуры, что приведет к резким колебаниям расхода и температуры воды, на выходе из смесителей. Чтобы устранить этот недостаток, авторы предлагают «прибавлять к вычисленному значению секундный расход прибора» для искусственного приближения модели к реальному процессу потребления воды. Это введение снижает точность расчетов и экономический эффект в проектировании водопроводных сетей. При большом числе потребителей, когда описание процесса происходит теми же законами, что и в методике [44], наблюдается завышение расходов воды, так как в расчетные расходы воды включены ее потери, возрастающие из-за повышения среднего давления в сетях водоснабжения. С увеличением числа водопотребителей растет и протяженность трубопроводов. Учет значительных потерь воды в удельных средних расходах за год приводит к увеличенным расходам воды во внутренних сетях холодного водоснабжения (Рис. 1.2, кривая 4) [26], где существуют большие утечки через поплавковые клапаны. Такой подход не корректен в практике проектирования, где необходим экономический эффект от использования ресурсов. Заметим также, что авторы не оговаривают применимость методики для населенных пунктов, куда вода подается с перерывами в течение суток.

1.2.3 Модель, разработанная НИИ КВОВ АКХ

Методика определения суточного водопотребления, разработанная НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды Академии коммунального хозяйства имени К.Д. Памфилова (далее НИИ КВОВ АКХ). [53], позволяет вычислить суточные расходы в зависимости от степени благоустройства зданий, величины удельного часового ночного расхода для средней заселенности квартир. Авторы произвели качественную оценку процесса водопотребления, выделили основные факторы, определяющие водопотребление, и на основе статистической обработки суточных графиков водопотребления определили коэффициенты регрессии для каждого из вышеперечисленных факторов. На основе данных

исследований разработаны рекомендации по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением (ЭНВН) [54].

Порядок разработки ЭНВН по настоящей Методике поясняет блок-схема, разработанная АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» в 2011 г. [55] и представленная на рисунке 1.3 далее.

В результате проведенного в НИИ КВОВ АКХ регрессионного анализа данных натурных измерений по группам жилых зданий, расположенных в одной климатической зоне и одинаковых по степени благоустройства, была установлена зависимость удельного среднесуточного водопотребления Q (л/(сут·чел.)) на конкретном объекте от основных влияющих факторов [54, 55] (Уравн. 1.1 далее).

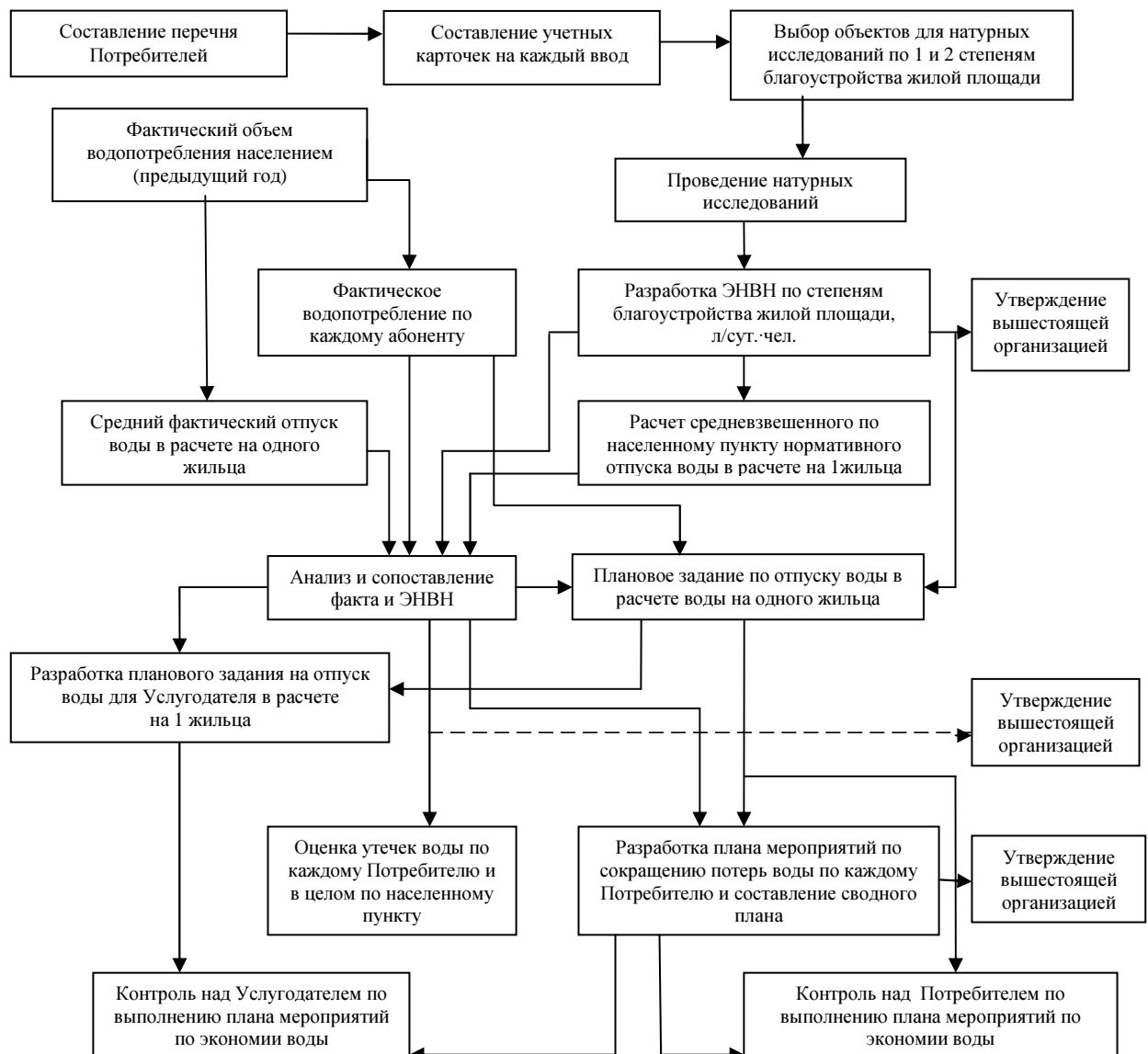


Рисунок 1.3 - Блок-схема разработки ЭНВН [90]

Полученная зависимость выражается линейным уравнением

$$Q = b_0 + b_1 q_n + b_2 H_{эф} + b_3 Z, \quad (1.1)$$

где q_n – удельное водопотребление в ночные часы (л/ч·чел.), характеризующее величину утечек воды на объекте, т.е. уровень эксплуатации системы внутреннего водоснабжения здания;

$H_{эф}$ – среднее давление у водоразборной арматуры (м вод.ст.), при установлении которого учитывается одновременно давление воды на вводе и этажность здания;

Z – средняя заселенность квартир в здании (чел./кв.);

b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты регрессии, имеющие такую размерность, что каждое слагаемое в уравнении 1.1 выражается в л/(сут·чел.).

Величины коэффициентов b_1, b_2 и b_3 зависят от среднего по выборке значения фактического удельного водопотребления \bar{Q}_ϕ и определяются следующим образом: $b_1 = 22,5 - 0,01\bar{Q}_\phi$, $b_2 = 0,0065\bar{Q}_\phi$, $b_3 = 0,045\bar{Q}_\phi$.

Величина b_0 является характеристикой водопотребления в рассматриваемой выборке зданий, численное значение которой для каждой выборки может быть установлено по уравнению

$$b_0 = \bar{Q}_\phi - (b_1 \bar{q}_n + b_2 \bar{H}_{эф} + b_3 \bar{Z}), \quad (1.2)$$

где $\bar{Q}_\phi, \bar{q}_n, \bar{H}_{эф}, \bar{Z}$ – средние по выборке значения соответствующих величин.

Уравнение 1.1 получено для следующего диапазона изменения факторов: q_n – от 0 до 12 л/(ч·чел.), $H_{эф}$ – от 10 до 60 м вод.ст., Z – от 2 до 5 чел./кв.

Расчеты по установлению эксплуатационных норм водопотребления на нужды населения (ЭНВН) проводятся в два этапа [54, 55]. На первом этапе рассчитывается величина ЭНВН для "базового" здания, на втором – для конкретных жилых зданий, отличающихся от "базового" значениями $H_{эф}$ и Z .

Понятие "базового" здания введено для возможности сравнения величины удельного среднесуточного водопотребления в различных зданиях, исключая влияние основных факторов $q_n, H_{эф}$ и Z .

Для проведения объективного сравнения ЭНВН в зданиях разных степеней благоустройства и для различных населенных пунктов, целесообразно принимать едиными параметры "базового" здания $H_{\varepsilon\phi\delta}=26$ м и $Z_{\delta}=4$ чел./кв.

Для каждого объекта устанавливается величина, показывающая удельный расход воды в "базовом" здании. Пересчет производится по формуле, полученной преобразованием уравнения 1.1

$$Q_{\delta i} = Q_i - b_1(q_{ni} - q_{n\delta}) - b_2(H_{\varepsilon\phi i} - H_{\varepsilon\phi\delta}) - b_3(Z_i - Z_{\delta}). \quad (1.3)$$

Разброс значений $Q_{\delta i}$ по выборке оказывается значительно меньшим, чем разброс значений $Q_{\varepsilon\phi i}$. Среднеарифметическое значение Q_{δ} принимается на ЭНВН для "базового" здания.

На втором этапе расчетов устанавливаются величины Q_{ni} , представляющие собой ЭНВН для конкретных жилых зданий, отличающихся от «базового» значениями $H_{\varepsilon\phi j}$ и Z_j . Расчеты проводятся по формуле

$$Q_{nj} = \bar{Q}_{\delta} + b_2(H_{\varepsilon\phi j} - H_{\varepsilon\phi\delta}) + b_3(Z_j - Z_{\delta}). \quad (1.4)$$

При этом подразумевается, что во всех зданиях величина $q_{ni}=q_{n\delta}$.

Вместо проведения этих расчетов могут использоваться номограммы или таблицы, составленные для различных значений в соответствии с формулой (1.4), приводимых в самой методике.

Установленные ЭНВН на основе измерений фактического водопотребления могут применяться только для наиболее распространенных в данном населенном пункте зданий соответствующей степеней благоустройства [54, 55]. Для зданий остальных степеней благоустройства возможно установление ЭНВН путем пересчета с использованием переводных коэффициентов, приведенных также в самой Методике.

Порядком установления ЭНВН предусматривается выбор объектов для проведения натурных измерений и последующего расчета норм водопотребления с учетом требований [55]:

– количество объектов, на которых производятся измерения для расчета ЭНВН по данной степени благоустройства – 25–30 шт.;

– объекты должны располагаться в различных районах города, отличаться этажностью, численностью населения, давлением воды на вводе, уровнем эксплуатации системы водоснабжения и т.д.

Для каждого отобранного жилого объекта производится сбор отчетных данных: число жителей, количество квартир, этажность, данные абонентского отдела о фактических расходах воды за последние двенадцать месяцев, требуемый диаметр водомера.

Определяется сезонная неравномерность водопотребления в жилищном фонде.

Для каждого объекта фиксируются показания приборов и время записи показаний, проводится расчет удельного водопотребления и влияющих на него факторов, руководствуясь формулами 1.5 – 1.6.

Удельное среднесуточное водопотребление жителями определяется по формуле

$$Q_i = \frac{\Delta \cdot 1000}{T}, \text{ л/}(сут \cdot \text{чел.}), \quad (1.5)$$

где Δ – замеренная разность показаний водомера на вводе в здание за T суток, м³;

T – число суток (2–3 недели) между отсчетами показаний водомера;

N – число жителей в здании, чел.

Удельное ночное водопотребление определяется по формуле

$$q_{ni} = \frac{\Sigma q_{ni} \cdot 1000}{t \cdot N}, \text{ л/}(ч \cdot \text{чел.}), \quad (1.6)$$

где Σq_{ni} – суммарный расход за все ночные часы, м³;

t – общее время между измерениями расхода воды в ночные часы, ч.

Среднее давление у водоразборной арматуры определяется по формуле

$$H_{\text{эфи}} = H_{\text{вви}} - 0,5H_{\text{зд}}, \text{ м}, \quad (1.7)$$

где $H_{\text{вви}}$ – среднеарифметическое значение давление воды на вводе здания за период измерений, м вод.ст.;

$H_{\text{зд}}$ – высота здания, м.

Для современных жилых зданий высота этажа равна приблизительно трем метрам. Таким образом, высоту здания можно определить как $H_{зд} = 3 \cdot \Xi$ м, где Ξ - число этажей.

При наличии в составе объекта нескольких разноэтажных зданий, $H_{\text{эфи}}$ для объекта определяется как средневзвешенная величина

$$H_{\text{эфи}} = \frac{H_{\text{эф1}}N_1 + H_{\text{эф2}}N_2 + H_{\text{эфи}}N_k}{N_1 + N_2 + \dots + N_k} \cdot \text{м} \quad (1.8)$$

Средняя заселенность квартир в здании определяется по формуле

$$Z_i = \frac{N}{m}, \text{ чел./кв.}, \quad (1.9)$$

где m – число квартир, шт.

Параметры «базового» здания H_{δ} и Z_{δ} принимаются во всех выборках одинаковыми $H_{\delta} = 26$ м, $Z_{\delta} = 4$ чел./кв. Для установления $q_{нд}$ необходимо рассмотреть, какие значения $q_{ни}$ имеют место в рассматриваемой выборке, что осуществляется путем построения кривых распределения $q_{ни}$. Величину $q_{нд}$ при установлении временных ЭНВН рекомендуется принимать по кривой распределения с обеспеченностью 15-35% в зависимости от срока действия ЭНВН и технических возможностей уменьшения потерь воды. При среднем по выборке значении $\bar{q}_n < 3$ л/(ч·чел.) рекомендуется принимать обеспеченность $q_{нд}$ равной 30-35%, при $\bar{q}_n = 3-6$ л/(ч·чел.) – 20-30% и при $\bar{q}_n > 6$ л/(ч·чел.) – 15-20%.

По откорректированной выборке рассчитываются среднеарифметические по выборке значения $\bar{Q}_{\phi}, \bar{q}_n, \bar{H}_{\text{эф}}, \bar{Z}$ и Q_{δ} .

Правильность подсчета \bar{Q}_{δ} может быть проверена по формулам 1.10 и 1.11

$$\bar{Q}_{\delta} = b_0 + b_1 \bar{q}_{нд} + b_2 \cdot 26 + b_3 \cdot 4, \quad (1.10)$$

где b_0 определяется по формуле 1.5,

$$\bar{Q}_{\delta} = \bar{Q}_{\phi} - b_1(\bar{q}_n - \bar{q}_{нс}) - b_2(H_{\text{эф}} - 26) - b_3(\bar{Z} - 4). \quad (1.11)$$

Среднеарифметическое значение Q_{δ} принимается за эксплуатационную норму водопотребления $Q_{нд}$ для зданий, параметры водопользования которых

соответствуют "базовому". Для других объектов эксплуатационная норма водопотребления пересчитывается по формуле 1.4.

При определении ЭНВН для конкретного объекта необходимо установить, характеризующие его параметры $H_{эфj}$ и Z_j , которые определяются по формулам 1.7 – 1.9. В этом случае, если на вводе в здание имеется регулятор давления или другие устройства, обеспечивающие стабилизацию давления, $H_{эф}$ определяется исходя из требуемого давления на вводе $H_{вв.тр.} = 10 + 4 (\mathcal{E} - 1)$, где \mathcal{E} - число этажей [54, 55].

При высоте этажа равного 3м, $H_{эф.тр.}$ однозначно определяется числом этажей в здании, т.е. для пятиэтажного здания $H_{эф.тр.} = 18,5$ м; для восьмиэтажного $H_{эф.тр.} = 26$ м и т.д. В таблицах и номограммах предусмотрена возможность определения ЭНВН для этого случая [54, 55].

В случае явной неравномерности потребления воды по месяцам целесообразно одновременно с ЭНВН устанавливать коэффициенты сезонной неравномерности. Переводные коэффициенты для каждого месяца могут определяться как среднеарифметическое значение соответствующих коэффициентов $K_{мес}$, по выборке.

Комплексные исследования фактического водопотребления населением, результаты которых использованы при разработке данной Методики, проведены во всех союзных республиках при участии 22 организаций соискателей. Данная методика является действующей в России и Республике Казахстан [54, 55].

К преимуществам данной модели можно отнести выделение полезных расходов и утечек, возможность оценки осредненного полезного водопотребления и потерь, качества эксплуатации систем и получение экономического эффекта в различных проектных решениях.

К недостаткам следует отнести невысокую точность определения расходов, отсутствие данных отдельно по холодной и горячей воде, невозможность применения ее к зданиям других типов благоустройства, не приведенных в самой Методике, отсутствие учета изменения водопотребления при износе системы и в зависимости от качества санитарно-технического оборудования. Кроме того,

применимость методики в условиях подачи воды с перерывами в течение суток требует дополнительных исследований.

1.2.4 Методика определения нормативов питьевого водоснабжения населения Госжилкоммунхоза Украины

Одной из последних, согласно статье 29 Закона Украины «Про питьевую воду и питьевое водоснабжение» и постановления Кабинета Министров Украины от 25 августа 2004 г. №1107 «Про утверждение Порядка разработки и утверждения нормативов питьевого водоснабжения», Госжилкоммунхоз Украины [56] утвердил «Методику определения нормативов питьевого водоснабжения населения» [57], разработанную Государственной академией жилищно-коммунального хозяйства (далее ГАЖКХ).

Методика предназначена для определения научно обоснованных нормативов (норм) питьевого водоснабжения населения в конкретных населенных пунктах с целью установки необходимых объемов снабжения питьевой водой, а также для планирования хозяйственной деятельности предприятий питьевого водоснабжения. Нормативы водоснабжения, определенные по данной методике, используются для расчета и установления норм потребления питьевой воды населением в зависимости от степени благоустройства жилых домов.

Расчету нормативов водоснабжения для данного населенного пункта предшествуют [57]:

- определение видов норм водопотребления в соответствии со степенью благоустройства жилья и других подобных факторов, влияющих на водопотребление;
- сбор данных по балансу потребления питьевой воды в данном населенном пункте в предыдущие три года за статистической отчетностью, современного состояния системы водоснабжения;

- определение планового объема поставок питьевой воды на следующий год с учетом планов реализации местных программ развития системы питьевого водоснабжения;
- определение количества потребителей по уровню благоустройства жилья (номенклатурой норм водопотребления) и оборудованием жилья средствами учета питьевой воды;
- определение объемов питьевой воды, реализуемой населению по нормам водопотребления и по показаниям приборов учета питьевой воды (домовых и квартирных);
- проведение выборочных приборных измерений фактического водопотребления населением;
- разработка и утверждение индивидуальных технологических нормативов использования питьевой воды (ИТНИПВ) для предприятия питьевого водоснабжения и жилищно-эксплуатационных предприятий населенного пункта [58, 59].

Приборные измерения фактического водопотребления населением должны проводиться поверенными в установленном порядке средствами измерительной техники.

Измерениями должны быть охвачены как минимум 13 домов каждого вида благоустройства.

Для проведения приборных измерений отбирают дома в различных районах города (с разной удаленностью от главных водопроводных насосных станций). Увеличение количества отобранных для обследования зданий повышает статистическую достоверность результатов.

Измерение выполняют круглосуточно в течение двух недель в характерные для объемов водопотребления периоды (лето, зима, периоды отсутствия подачи горячей воды).

При проведении измерений следует исключить возможность влияния на водопотребление населения других потребителей (арендаторов помещений в

жилых домах - юридических лиц и т.п.) путем обязательной установки на их вводах водоизмерительной аппаратуры.

При наличии в доме квартир, оборудованных квартирными водосчетчиками, необходимо определять количество воды, потребленной по их показаниям за период проведения измерений, и количество лиц, проживающих в этих квартирах.

Расчет нормативов питьевого водоснабжения населения для конкретного населенного пункта включает:

- обработку данных выборочных приборных измерений фактического водопотребления с использованием методов математической статистики по каждому виду норм (прил. 3 [57]);

- плановый баланс водопотребления для данного населенного пункта (прил. 4 [57]);

- плановый годовой объем подачи воды ($W_{общ.}$) в систему водоснабжения населенного пункта (с учетом существующего положения водоснабжения, технологических нормативов использования воды самим коммунальным предприятием, плана реализации питьевой воды потребителям);

- расчет нормативных объемов используемой питьевой воды коммунальными, промышленными, бюджетными и т. д. организациями;

- расчет планового объема реализации питьевой воды населению ($W_{план.нас.}$);

- плановый объем водопотребления населением данного населенного пункта по нормативам потребления питьевой воды ($W_{план.норм.нас.}$);

- расчет объема годового водопотребления населением по существующим нормам;

- определение общего (среднего) коэффициента корректирования (K_c) существующих нормативов водопотребления;

- расчет объема годового водопотребления населением по данным измерений фактического водопотребления;

- определение общего (среднего) коэффициента соответствия (K_ϕ) существующих норм среднему фактическому водопотреблению;

- определение водопотребления населением в зданиях разного благоустройства;
- расчет объема годового водопотребления согласно определенным нормам ($W_{в.норм.нас.}$);
- сравнение объемов $W_{в.норм.нас.}$ и $W_{план.норм.нас.}$;
- определение норм водопотребления для зданий с централизованным горячим водоснабжением при отсутствии подачи горячей воды.

Положительные стороны данной методики состоят в том, что при расчете учитываются основные характеристики рассматриваемого населенного пункта [60]: степень благоустройства зданий, влияние климатических, экологических и др. местных условий на водопотребление населения, обеспечение территории водными ресурсами, степень оборудования домов и квартир водомерными приборами, периоды отсутствия горячей воды в зданиях с централизованным горячим водоснабжением и т. д.

При проведении выборочных приборных измерений устраняются все утечки воды во внутридомовой сети, особенно те, которые находятся за пределами квартир. Исследования проводятся в зданиях, размещенных в разных частях города и с разным удалением от ВНС. Измерения проводятся круглосуточно в течение не менее двух недель, при этом учитывается период года, периоды отсутствия подачи горячей воды, праздники и т.д., наличие квартирных водосчетчиков и влияние на водопотребление других потребителей (арендаторов) [60].

На наш взгляд, недостатки данной методики состоят в том, что после определения норм водопотребления для данного населенного пункта утечки воды в местной сети не исчезнут и предприятие питьевого водоснабжения будет за свой счет покрывать эти убытки, а следовательно, будет стремиться утвердить завышенные нормы [42, 43, 44].

Выводы по главе 1:

1. На водопотребление в жилых зданиях влияют технические, экономические, демографические факторы, индивидуальные особенности потребителей и культура водопользования.

2. Нормы водопотребления регламентируют три составляющие потребления воды: полезный расход, нерациональный расход и утечки воды. Это может способствовать целенаправленному снижению водопотребления за счет уменьшения доли нерационального использования и утечек воды.

3. Хозяйственно-гигиеническая потребность в воде составляет 75,6 л/(сут·чел.), а социальная потребность, с учетом влияния климата – 111,3 л/(сут·чел.). Водопотребление в жилых зданиях является случайным, неравномерным и неуправляемым процессом. При водопользовании возникают потери воды и фактическое водопотребление значительно превышает потребность, доходя до 300-500 л/(сут·чел.).

4. Преимуществом модели, разработанной совместно НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроектом и МГСУ им. В.В.Куйбышева, является её универсальность, она учитывает большое количество факторов, позволяет выделить составляющие процесса водопотребления, в том числе и потери воды. К недостаткам следует отнести использование осредненного давления на вводе в здание; сложность использования модели возникает из-за большого математического аппарата.

5. Преимуществом методики, разработанной в МосводоканалНИИпроекте, является её универсальность, использование небольшого количества исходных параметров и простота исполнения. Недостатком модели является то, что удельный средний расход за год (основной параметр) включает значительные потери воды, которые невозможно отделить от полезного расхода. Поэтому её можно использовать только для описания сложившегося водопотребления. Оценить новые технические решения по экономии воды с её помощью невозможно.

6. Преимуществом модели, разработанной НИИ КВОВ АКХ, является выделение и оценка полезных расходов и потерь, оценка эффективности и качества эксплуатации систем и проектных решений. К недостаткам следует отнести невысокую точность определения расходов и невозможность применения ее к зданиям разных видов благоустройства.

7. Положительные стороны «Методики определения нормативов питьевого водоснабжения населения» Госжилкоммунхоза Украины состоят в том, что расчеты опираются на результаты выборочных измерений расходов воды в зданиях, размещенных в разных частях города и с разным удалением от водопроводных насосных станций. Измерения проводятся только после устранения всех утечек в зданиях. Недостатки состоят в том, что нормы водопотребления не учитывают реальные утечки воды.

8. Все упомянутые методики разработаны для населенных пунктов с круглосуточной подачей воды. Применимость их и, вообще, нормирование водопотребления в условиях некруглосуточной (нестабильной) подачи воды требует дополнительных исследований.

ГЛАВА 2 СОВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ УДЕЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЕМ ПРИ НЕКРУГЛОСУТОЧНОЙ ПОДАЧЕ ВОДЫ

Водопотребление в жилых домах нормируется под влиянием случайных и зачастую не упорядоченных факторов [5-6]: степени благоустройства жилища, индивидуальных особенностей человека, культуры и традиций водопользования. В современных жилых домах норма водопотребления характеризуется не только расходом воды людьми, но и значительными потерями воды, обусловленными причинами технического и социального свойства. Перерывы в подаче воды существенно влияют на водопотребление, поскольку вынуждают население делать запасы воды.

2.1 Современные нормы водопотребления

Удельное водопотребление населением имеет весьма разные размеры в зависимости от страны проживания и стоимости воды. По данным систематических наблюдений в России, средняя величина удельного суточного потребления воды в жилых зданиях в 1971, 1977 и 1996 гг. составляла соответственно 200,240 и 306 л/(сут·чел.), в то время как в других странах нормой считается 150-200 л/(сут·чел.) [61]. Отметим, что средний уровень инженерного благоустройства жилых зданий за рубежом обычно значительно превышает отечественный [23, 28, 62, 63] (Табл. 2.1, 2.2). Стоимость воды для населения в различных странах мира (евро за м³) приведены в таблице 2.1 и на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнение показателей удельного потребления (по состоянию на 2000 г.)

Страна	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2
Россия	262-410
Венгрия	300
США	190-397

Продолжение таблицы 2.1

1	2
Италия	220
Голландия	148
Дания	134-190
Германия	130-145
Франция	159-175
Англия	136-170
Норвегия	175
Австрия	165
Латвия	170
Эстония	165
Финляндия	151
Литва	140
Испания	126
Швеция	194
Бельгия	108
Донбасс	225

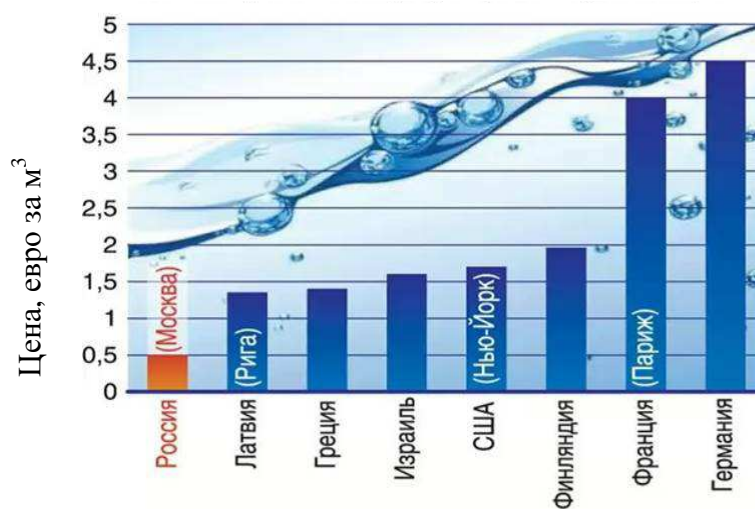


Рисунок 2.1 – Стоимость воды для населения в различных странах мира, евро за м³ (2010-2014 гг.) [64]

Таблица 2.2 – Сравнение показателей удельного потребления (по состоянию на 2010-2014 г.) [63]

Город	Протяженность сети, км	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)			Удельные потери воды в расчете		
		Общее	Только на население	% суточной подачи	На 1 км протяженности сети, м ³ /сут	На 1 жителя, л/сут	В % величины подачи воды в сеть
1	2	3	4	5	6	7	8
Амстердам	1926	204	100	49	26,3	40	20
Антверпен	1900	329	85	26	27,9	53	22
Барселона	3160	290	-	-	66	70	-
Брюссель	4500	309	201	65	10,6	46	23
Будапешт	4100	416	190	45	26,9	50	26
Вена	3145	280	154	55	18,5	36	23
Копенгаген	855	294	164	56	11,6	22	13
Лиссабон	1108	220	100	45	103	57	37
Лондон	16000	337	-	-	-	12	34
Мюнхен	2302	285	185	65	18,2	30	16
Рим	3700	391	274	70	93	115	20
Роттердам	2400	250	100	40	13,7	25	25
София	2580	485	267	55	37,7	80	29
Стокгольм	1710	428	214	50	47,4	90	22
Хельсинки	950	390	211	54	20	40	19
Цюрих	1000	455	236	52	19,9	30	13
Киото	330	253	143	57	33,5	56	39
Токио	17600	496	321	65	60,4	100	31
Бразилиа	3000	998	678	68	120	400	59
Рио-де-Жанейро	6400	564	490	87	111	169	34
в среднем							26,6

Таблица 2.3 – Сравнение стоимости водоснабжения и водоотведения (по состоянию на 2014 г.) [65]

Страна (город)	Стоимость водоснабжения и водоотведения, долл. США за 1м ³	Страна (город)	Стоимость водоснабжения и водоотведения, долл. США за 1м ³
1	2	3	4
Дания (Орхус)	9,70	Украина (Киев)	0,53
Бельгия (Гент)	7,54	Вьетнам (Хошимин)	0,19
Норвегия (Осло)	7,09	Индия (Бангалор)	0,16
Германия (Берлин)	6,60	Гонконг	0,15
Австралия (Сидней)	5,93	Белоруссия (Минск)	0,14
Канада (Оттава)	5,62	Непал (Катманду)	0,09

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
Финляндия (Хельсинки)	5,09	Нигерия (Лагос)	0,06
Израиль (Тель-Авив)	4,80	Узбекистан (Ташкент)	0,05
Франция (Париж)	4,56	Сирия (Дамаск)	0,05
Великобритания (Лондон)	4,27	Египет (Каир)	0,05
США (Нью-Йорк)	2,98	Куба (Гавана)	0,04
Россия (Москва)	1,41	Пакистан (Карачи)	0,04
ОАЭ (Дубай)	1,36	Индонезия (Джакарта)	0,03
Китай (Пекин)	0,62	Саудовская Аравия (Эр-Рияд)	0,03

Многие города в различных странах мира испытывают сегодня дефицит питьевой воды, не миновала эта проблема и Донбасс. Однако наши города столкнулись с этой проблемой из-за того, что мы нерационально используем питьевую воду [23, 28, 61]. Корни этого бесхозяйственного отношения лежат в нормативах на водопотребление [36, 44] и способе оплаты потребляемой воды, хотя количество потребляемой воды в действительности нам неизвестно, так как плата осуществляется за каждого прописанного на данной жилой площади человека по нормативу [44]. Данные нормы были установлены на основе предпосылок, что средняя заселенность квартир составляет четыре человека, и определены в результате анализа данных, полученных из анкет работников жилищно-эксплуатационных организаций, а также измерениями по водосчетчикам, установленным в основном в ЦТП или на вводах в здания. Эти работы выполнялись в 60-е гг., когда высота зданий составляла в основном 5-9 этажей, и с тех пор нормативы водопотребления практически не уточнялись. В указанные нормативы кроме полезного расхода включена еще и некоторая часть потерь воды как вынужденная и временная мера [23, 28, 61].

В настоящее время действует четыре вида нормативов [29]:

- санитарно-гигиенические;
- проектные;
- коммерческие, установленные для взаиморасчетов;
- эксплуатационные.

Санитарно-гигиенические нормы определяются на основании физиологических и гигиенических потребностей человека и могут в зависимости от региона составлять от 30 до 60 л/сут [29].

Проектные нормы характеризуют максимально возможный уровень потребления воды, на основании которого рассчитывают производительность системы водоснабжения. В реальных условиях удельный расход может быть выше, чем норматив [44], из-за неточностей расчета или неправильного прогноза других величин, в частности численности населения. По этой же причине в одних районах будет наблюдаться избыток воды, а в других – дефицит.

Коммерческие нормативы, устанавливаемые для взаиморасчетов, регламентируют органы местного самоуправления, при этом они должны учитывать особенности данной местности – климат, традиции, уровень культуры, санитарно-гигиенические требования [29].

Эксплуатационные нормы – это рациональный объем подачи и потребления продукции при реально достижимом уровне снижения непроизводительных потерь [29].

Применяемый в настоящее время оценочный способ расчета удельного водопотребления в городе, основанный на брутто-подходе - соотношение подачи воды в город водопроводными станциями к постоянному городскому населению - является в методическом смысле несовершенным, в результате чего расчетные величины удельного водопотребления значительно искажены по сравнению с фактическими [26]. Это связано с вхождением в норму значительных величин расходов воды предприятиями.

Оценочный анализ величин удельного водопотребления показывает, что даже при достаточно огрубленных методах расчета диапазон их колебаний весьма велик. Уровень благоустройства объектов жилищного фонда в различных городах разный, удельное водопотребление колеблется в широких пределах: от 70 л/(сут·чел.) в квартирах с водопроводом холодной воды и без канализации до 380 л/(сут·чел.) в жилых домах с горячим водоснабжением, учитывая

дополнительные расходы воды на коммунально-бытовые нужды в микрорайоне и нужды абонентов.

Действующие нормы водопотребления в отдельных регионах представлены в таблице 2.4 [66-71].

Таблица 2.4 – Данные о действующих нормах потребления воды в отдельных регионах Украины, Крыма и ДНР

№ п/п	Наименование населенного пункта	Водопотребление на одного городского жителя, л/сут (по состоянию на 2008 г.)	Тариф за 1 м ³ (по состоянию на 2017 г.)
1.	г. Симферополь	338	36,52 руб.
2.	г. Керчь	294	67,94 руб.
3.	г. Донецк	250	11,01 руб.
4.	г. Макеевка	235	13,99 руб.
5.	г. Днепропетровск	300	13,33 грн.
6.	г. Павлоград	405	25,50 грн.
7.	г. Краматорск	284	17,77 грн.
8.	г. Житомир	300	14,10 грн.
9.	г. Запорожье	350	12,88 грн.
10.	г. Мелитополь	350	19,15 грн.
11.	г. Ивано-Франковск	300	15,50 грн.
12.	г. Кировоград	352	16,63 грн.
13.	г. Лисичанск	265	26,84 грн.
14.	г. Северодонецк	300	12,14 грн.
15.	г. Одесса	430	12,98 грн.
16.	г. Полтава	300	13,80 грн.
17.	г. Сумы	280	13,78 грн.
18.	г. Тернополь	305	12,34 грн.
19.	г. Харьков	400	12,20 грн.
20.	г. Херсон	330	14,35 грн.
21.	г. Каменец-Подольский	350	18,00 грн.
22.	г. Черкассы	289	14,56 грн.
23.	г. Чернигов	350	17,78 грн.

Минимальный норматив водопотребления на основании расчетов и исследований, проведенных Киевским институтом общей и коммунальной гигиены Министерства охраны здоровья Украины и НИКТИ городского хозяйства Украины, представляет собой среднее обеспечение бытовых потребностей населения в количестве 150 л воды в сутки на одного жителя и 40 л в сутки для обеспечения технологических потребностей, покрытия неизбежных потерь в системах водоснабжения, то есть всего 190 л (79% потребление жителем в квартирах и 21% потребление домовладельцем за пределами квартир). Эта норма

для жилого фонда, имеющего централизованное водоснабжение холодное и горячее - 40% горячее и 60% холодное, то есть холодной воды 114 л и 76 л горячей воды в сутки. Для населения, которое проживает в жилом фонде с более низким уровнем благоустройства, нормативы водопотребления составляют:

- в домах с водопроводом, канализацией, ваннами и газовыми подогревателями 145 л/сут на одного жителя (около 10% населения);
- в домах с водопроводом, канализацией, без ванн и горячего водоснабжения 105 л/сут на одного жителя (около 1% населения).

В среднем же по Украине минимальный уровень водопотребления составляет 180 л в сутки на одного жителя.

В настоящее время оценка работы систем водоснабжения производится по фактическому водопотреблению без уточнения его структуры. Водопотребление в различных зданиях изменяется в широких пределах – 140-500 л/(сут·чел.).

Наглядным примером превышения нормативов СНиП [44] над фактическими расходами могут служить диаграммы, полученные в результате исследований зданий свыше 12 этажей [61]. Были исследованы здания современного благоустройства с централизованным горячим водоснабжением после осуществления в них комплекса водосберегающих мероприятий: устранены утечки воды через смывные бачки, поддерживался оптимальный температурный режим в системах горячего водоснабжения, частотное регулирование приводов насосов на вводе, установлены регуляторы расходов воды на смесительной арматуре и водосчетчики на холодной и горячей линиях водоснабжения в каждой квартире (Рис. 2.2), [61].

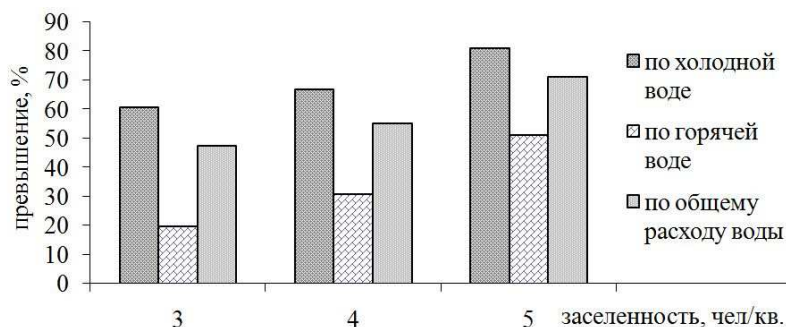


Рисунок 2.2 – Превышение данных [44] над фактическими расходами воды (в сутки максимального водопотребления)

Уточнение структуры водопотребления позволяет выявить резерв – теоретическую величину, определяемую как разность между фактическим и идеальным водопотреблением, представляющим собой потребность человека в воде при оптимальном воздействии на организм физиологических факторов (температуры воздуха, инсоляции, физической нагрузки и т.д.). Для полной реализации резерва необходимо создание идеальных условий в системе, что требует значительных материальных затрат, и на существующем техническом уровне невозможно. Но это не снижает важности его определения, так как резерв позволяет выявить возможности экономии воды при воздействии на различные элементы систем и определить стратегию борьбы с потерями [61].

2.2 Потери воды в системе водоснабжения, учет расходов (водоучет)

Процессы производства и транспортирования питьевой воды в системах коммунального водоснабжения сопровождаются ее убылью на каждом этапе еще до поступления непосредственно потребителю, т.е. до квартирного водосчетчика [72]. Это связано не только с производственными расходами воды на технологические и собственные нужды организации водопроводно-канализационного хозяйства, на пожаротушение и полив, но и с непроизводственными расходами и утечками воды из сети и сооружений на ней [73-83].

Эти потери воды действительно велики и препятствуют нормальному водоснабжению населения. Заниженный показатель является отражением не столько реальной ситуации, сколько статистической проблемы, создаваемой порой искусственно с целью улучшения вала положительных показателей [73].

Общий расход воды, подаваемой в город, состоит из объёма реализованной воды и её потерь от точки водозабора до потребителей.

В жилых зданиях все потери воды условно подразделяются на следующие виды [24]: утечки, нерациональные расходы, сливы.

Эти величины уже упоминались в предыдущей главе.

Утечка воды происходит при транспортировке воды к потребителям вследствие нарушения герметичности труб водопроводной сети, их соединений, запорной арматуры, гидрантов, а также аварий на сети. Размер утечки в значительной мере зависит от давления [24].

Например, потери воды через смывные бачки определяются по формуле

$$q_{ym} = \alpha \cdot H + \beta \cdot H^2, \text{ л/ч}, \quad (2.1)$$

где q_{ym} – величина утечек воды через смывной бачок, л/ч;

H – давление, МПа;

α и β – эмпирические коэффициенты ($\alpha=12$; $\beta=151$).

Удельные часовые расходы воды в ночной период суток достаточно полно характеризуют её утечки, так как полезное водопотребление в этот период незначительно.

В дневное время суток утечки воды формируются под влиянием меняющихся давлений. Величина суточных утечек может быть определена по формуле

$$q_{ym}^{sym} = K[4(q_n - q_{n.n.}) + 20 \cdot n \cdot (\alpha \cdot H_{эф} + \beta \cdot H_{эф}^2) / N], \text{ л/(сут.чел.)}, \quad (2.2)$$

где q_{ym}^{sym} – величина суточных утечек воды, л/(сут.чел.);

q_n – фактический удельный часовой расход воды в ночные часы суток, л/(ч.чел.);

$q_{n.n.}$ – полезный удельный часовой расход воды в ночные часы суток, л/(ч.чел.);

K – коэффициент, учитывающий гидростатические условия работы и техническое состояние арматуры ($K=0,2-0,23$);

n – количество квартир в здании;

α и β – эмпирические коэффициенты ($\alpha=12$; $\beta=151$);

N – количество жителей в здании, чел.;

$H_{эф}$ – эффективный напор в здании, МПа, который рекомендуется определять по формуле

$$H_{эф} = H_{66} - 0,5 \cdot H_{30}, \text{ м}, \quad (2.3)$$

где H_{66} – напор на вводе в здание, м;

H_{3d} – высота здания, м.

Полезное водопотребление всегда сопровождается потерями воды в виде её нерационального использования, когда используется больше воды, чем необходимо для технологических процедур. С увеличением напоров возрастают и эти потери. Сливы воды возникают при нарушении качества воды, в частности появления запаха, цветности, пониженной температуре горячей воды [24].

Потери воды — часть общего разбора воды из водопроводной сети. Их величина в СПРВ может достигать 40-50%, а иногда и больше в разных городах Украины. В среднем предлагается принимать их 25% [26]. Формирование потерь воды происходит не только из внешних водопроводных сетей, а также и в жилом секторе [84, 85], который является наибольшим потребителем воды (70-80%) в населённых пунктах Украины и странах СНГ.

Следствием потерь воды является чрезмерная величина фактического удельного водопотребления населения, которая в 1,5-3 раза больше, чем в странах Западной Европы.

Установлено, что непродуктивные потери воды увеличивают общий разбор воды на 20-30%, утечки воды в жилых домах – на 30-60%, а утечки воды из водопроводных сетей – от 15 до 30% [84-86].

Потери и утечки воды являются, как уже упоминалось, наибольшими при минимальном водопотреблении и наименьшими - при максимальном, а вот непродуктивные потери воды - наоборот [87].

Гидравлические расчёты, выполненные с помощью компьютерной программы GRC [87], показывают, что если учитывать увеличения потерь воды при возрастании напоров в разные часы суток, то эти результаты совпадают с реальными данными.

В свою очередь утечки воды из водопроводных наружных сетей из-за высокой изношенности и длительной эксплуатации в условиях размещения на подрабатываемых территориях приводят к значительному обводнению земельных угодий (повышению уровня грунтовых вод). Выходом из сложившейся ситуации

может быть применение полиэтиленовых труб [88]. Их использование улучшит качество воды из-за отсутствия в них коррозии, уменьшатся аварийность и перерывы в подаче воды, они имеют меньшее гидравлическое сопротивление, что дает экономию электроэнергии на насосных станциях.

Существующая в настоящее время система отпуска воды потребителям в силу объективных причин недостаточно стимулирует потребителя к более рациональному использованию воды. Сегодня вопрос энергосбережения и снижения затрат на содержание жилищно-коммунального хозяйства является одним из наиболее актуальных и острых [89-92]. Эффективным и требующим минимальных капиталовложений мероприятием для рационального использования водоресурсов является установка квартирных счетчиков воды. В квартирах, оборудованных счетчиками, потребление воды зачастую снижается до 60 л/(сут·чел.), т.е. до 50% норматива, которые оплачивает сейчас население [92-94].

Сам по себе счетчик не экономит воду, его назначение – стимулировать потребителя к более рациональному пользованию водой, а производителя – сокращению потерь. Отметим, что повышение стоимости воды так же способствует снижению её потребления [93].

Счетчики воды, прошедшие поверку в соответствии с действующими стандартами, следует устанавливать на вводах в здания водопроводных сетей и сооружениях холодного и горячего водоснабжения, в каждую отдельную квартиру, на ответвлениях трубопроводов в общественные здания (магазины, столовые, рестораны) и другие помещения, встроенные или пристроенные к жилым, производственным и общественным зданиям [24]. Подбор счетчиков воды производится путем определения его калибра и соответствия потерь напора в водомере требуемому нормативу.

Очень важно, чтобы счетчики воды по своим потребительским показателям отвечали условиям эксплуатации.

Реальной движущей силой в процессе снижения затрат на жилищно-коммунальные услуги должен стать конечный потребитель.

Влияние установки счетчиков иллюстрируют исследования жилых домов жилищно-строительных кооперативов в г. Владимире [95]. Начиная с 1995 г. МПП ВКХ г. Владимира собственными силами начало осуществлять установку квартирных счетчиков у населения. Было установлено более 5400 водосчетчиков в 2313 квартирах. Результаты по учету воды следующие: в квартирах с водосчетчиками среднее удельное водопотребление составляет 120 при амплитуде от 87 до 341 л/(сут·чел.) Более 90 % населения, проживающего в этих квартирах, имеют водопотребление 120–150 л/(сут·чел.), что в два раза меньше удельного водопотребления в ЖСК. Принимая снижение водопотребления населением г. Владимира в два раза, получим уменьшение на 35 % общего объема воды, подаваемой муниципальной системой водоснабжения, и снижение общего объема потребления электроэнергии системой также на 35 %.

Аналогичные результаты получены в г. Санкт-Петербурге [96]. Установка водосчетчиков на входе дома практически не влияет на экономию воды. Для снижения водопотребления необходимо счетчики воды устанавливать непосредственно в квартирах.

Как показали результаты установки квартирных счетчиков, оплата за воду по квартирам снизилась в среднем на 30 %.

Основными счетчиками, применяемыми для квартирного учета воды, являются механические крыльчатые водомеры отечественных и зарубежных фирм.

Важнейшими характеристиками счетчиков воды являются следующие значения измеряемых расходов [96]: $Q_{\text{макс}}$ – наибольший расход воды, за время прохождения которой счетчик должен работать нормально в течение короткого времени (не более 1 ч) с погрешностью, не превышающей максимально допустимую ($\pm 5 \%$); $Q_{\text{н}}$ – номинальный расход воды (половина от максимального $Q_{\text{макс}}$) используется для обозначения счетчика; $Q_{\text{мин}}$ – наименьший расход воды, для которого погрешность не превышает максимально допустимую ($\pm 5 \%$); $Q_{\text{т}}$ – переходный расход, при котором изменяется максимально допустимая

погрешность счетчика от ± 5 до ± 2 %; $Q_{\text{эксп}}$ – рекомендуемый расход, при котором счетчик может работать непрерывно, круглосуточно.

Метрологические характеристики счетчиков воды: максимально допустимые погрешности в нижней зоне от $Q_{\text{мин}}$ (включая) до $Q_{\text{макс}}$ (исключая) составляют ± 5 %; максимально допустимые погрешности в верхней зоне от Q_t (исключая) до $Q_{\text{макс}}$ (включая) составляют ± 2 % [97].

2.3 Теоретическая оценка возможного изменения водопотребления при некруглосуточной подаче воды

Основные понятия, составляющие, структура водопотребления могут быть представлены в виде блок-схемы (Рис. 2.3, 2.4), центром которой является непосредственно сама норма водопотребления.

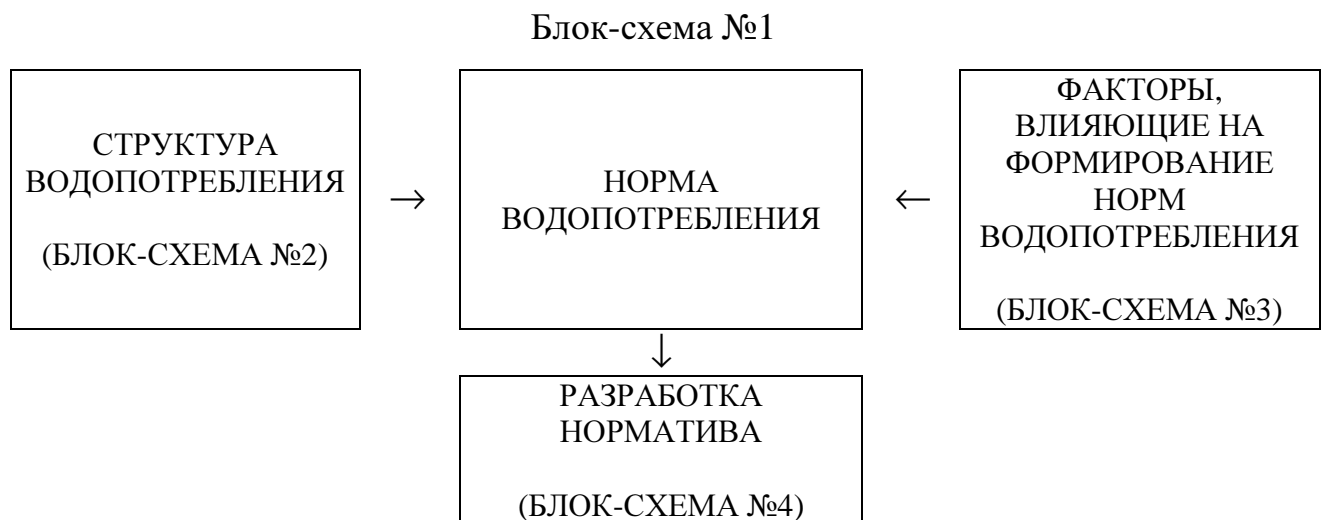


Рисунок 2.3 – Составные блоки нормы водопотребления

Блок-схема №2



Рисунок 2.4 – Составные структуры водопотребления

Также в главе 1 (п. 1.1) рассматривались факторы, влияющие на формирование удельного водопотребления. Представим эти факторы в виде блок-схемы №3 (Рис.2.5).

Блок-схема №3



Рисунок 2.5 – Факторы, влияющие на формирование норм водопотребления

На блок-схеме №4 (Рис. 2.6) приведены основные направления в разработке норм водопотребления.

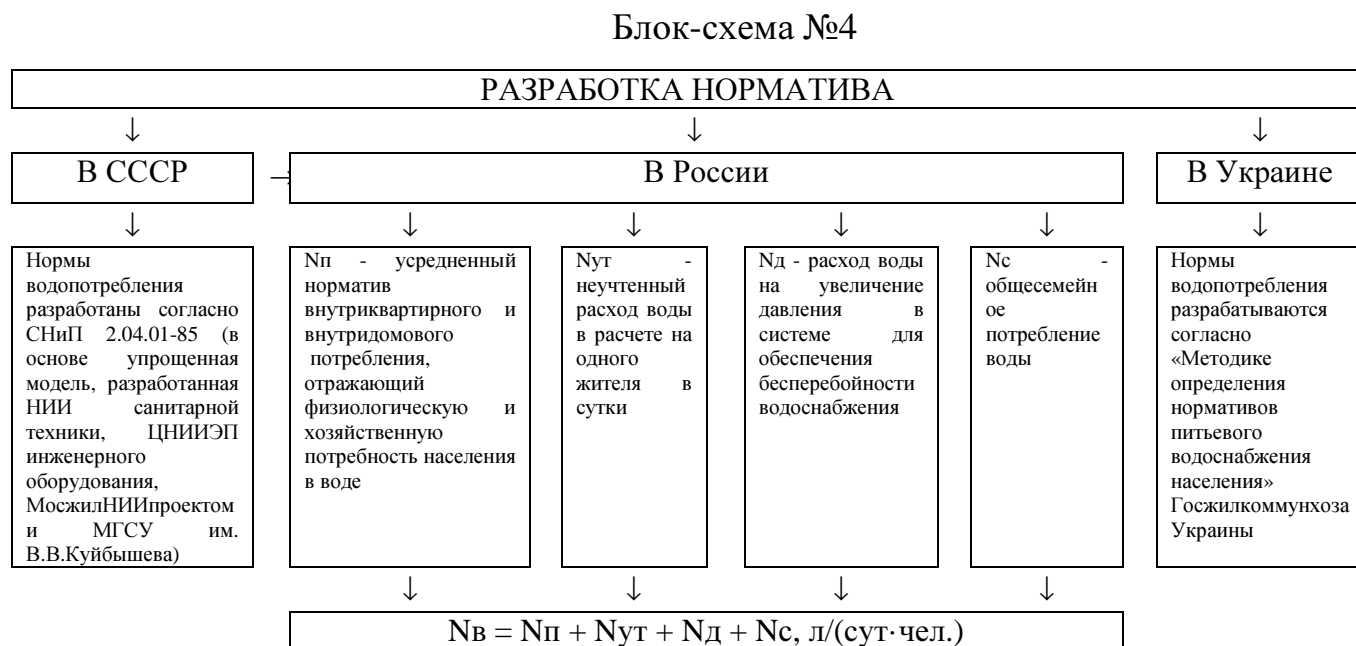


Рисунок 2.6 – Формирование нормативов водопотребления

В последнее время не только ученые, но и обычные школьники интересуются проблемой рационального использования воды. И все чаще можно видеть работы учеников по изучению мест расходования воды в доме и расчеты расходования воды их семьями. С помощью этих работ [98-100], а также авторитетных изданий [101-105] проанализируем потребность воды на отдельные бытовые нужды и фактическое водопотребление на одного человека. Данные представлены в таблицах 2.5 и 2.6.

Все эти расходы не касаются графика подачи воды. По умолчанию предполагается, что вода в водопроводе есть постоянно, т.е. подается круглосуточно.

Таблица 2.5 – Потребность в воде на одного человека по наблюдениям учеников средних школ России и Беларуси

Процедура / Источник литературы	Потребность воды, л/(сут·чел.)		
	[98]	[99]	[100]
1	2	3	4
Мытьё рук	2,4	34,1	10
Чистка зубов	1,9		
Мытьё посуды	3,3	28,1	12
Приготовление пищи	1,7	3	6,7
Полив цветов	0,2	0,05	0,2
Влажная уборка	0,7	-	0,9
Туалет	35,7	21	25
Душ	30,0	48,1	90
Ванна	17,1	21,6	-
Стирка	5,7	15,4	6
Итого	98,8	171,35	150,8

Таблица 2.6 – Водопотребление на бытовые нужды

Процедура / Источник литературы	Потребность воды, л/(сут·чел.)				
	[102]	[101]	[104]	[103, 105]	
				хоз.гигиеническая	социальная
1	2	3	4	5	6
Питьевые нужды	2	-	-	1,5	2,0
Приготовление пищи	3	-	-	3,4	4,6
Мытьё посуды	8	2 (при использовании посудомоечной машины)	3,8 (при использовании посудомоечной машины)	8,7	10,7
Умывание, чистка зубов	46	-	41,3	7,0	11,0
Душ, ванна		65	43,9	20,7	26,6
Стирка	15	-	56,8 (при использовании стиральной машины)	8,6	19,2
Смывной бачок	34	45	70	22,7	31,4
Уборка	8	-	-	5,0	5,5
Иные виды процедур	11	-	6,1	-	-
Итого	127	184	226,3	75,6	111,3

Рассмотрим, какие могут быть изменения в удельном водопотреблении при подаче воды в течение части суток, т.е. некруглосуточно. Для этого используем таблицы 2.5 и 2.6. В обоих случаях предполагается наличие местного горячего водоснабжения. Вполне очевидно, что физиологический минимум вряд ли измениться, но можно предположить, что будет удовлетворяться только хозяйственно-технологическая его часть. Результаты сведены в таблицу 2.7 далее.

Данные таблицы 2.7 свидетельствуют о том, что при некруглосуточной подаче удельное водопотребление должно снижаться, главным образом, за счет уменьшения утечек воды.

Обоснование принятых суточных расходов воды на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при круглосуточной подаче воды (Табл. 2.7) приведены ниже.

Питье. Согласно [106], в среднем человеку в сутки необходимо выпивать до 2 л обычной чистой воды. Это может быть любая бутилированная вода (минеральная, родниковая и т.п.) или же фильтрованная водопроводная вода (при наличии фильтра дома), также это может быть обычная водопроводная вода, при уверенности, что она прошла должную обработку и безопасна для потребителя.

Приготовление пищи. На приготовление пищи (мытьё продуктов и саму готовку) может использоваться также покупная и фильтрованная в домашних условиях водопроводная вода, чаще используется обычная водопроводная вода, возможно кипяченая. Согласно [98-100, 102] для приготовления пищи используется от 1,7 л/(сут·чел.) до 6,7 л/(сут·чел.), согласно [107] 3-5 л/(сут·чел.), согласно [103, 105] – 3,4-4,6 л/(сут·чел.). Исходя из этих данных, можно предположить, в среднем для приготовления пищи тратится 5 л/(сут·чел.) и до 1 л/(сут·чел.) отдельно купленной воды (для приготовления чая, компота и т.п.).

Мытьё посуды. На мытьё посуды вручную [107] в среднем 3 раза в день с учетом применения моющих средств и необходимостью тщательного ополаскивания приходится 6-8 л/(сут·чел.). Согласно [98-100, 102] – 8-28,1 л/сут. чел., по [103, 105] – 8,7-10,7 л/(сут·чел.). При мытьё посуды в посудомоечной машине объем затрачиваемой воды за один цикл составляет 15-26 л [108]. При учете, что в течении дня возможно использование ручного мытья посуды два раза и использование посудомоечной машины один раз, расход воды в сутки на мытьё посуды в пересчете на одного проживающего составит $6 \cdot 2 + 20/3 \approx 19$ л/(сут·чел.). Можно предположить, что в будние дни семья использует только посудомоечную машину один раз в день (вечером) или моет посуду вручную 2 раза в день (утром и вечером), следовательно расход воды на мытьё посуды будет колебаться от 7 до

12 л/(сут·чел.). И в среднем за неделю (с учетом двух выходных дней) составит 16 л/(сут·чел.).

Таблица 2.7 – Оценка потребности в воде на одного человека (в семье из трех человек) при круглосуточной и некруглосуточной подаче воды

Процедура		Потребность в воде на одного человека		
		л/(сут·чел.)		частота потребления
		кругло- суточная подача	некругло- суточная подача	
1		2	3	4
Питье	Использование родниковой воды (любой отдельно приобретенной)	2*	2*	Каждый день * (вода не от предприятия водоснабжения)
	Фильтрация водопроводной воды	2	1,5	Каждый день
Приготовление пищи	Использование родниковой воды (любой отдельно приобретенной)	1*	1*	Каждый день * (вода не от предприятий водоснабжения)
	Фильтрация водопроводной воды	5	5	Каждый день
Мытье посуды	Ручное мытье водопроводной водой	12	6	Каждый день
	Посудомоечная машина водопроводной водой	7	-	Каждый день
Стирка	Ручная стирка водопроводной водой	5	5	2 раза в неделю
	Машинная стирка водопроводной водой	3	2	1 раз в неделю / 2-3 раза в месяц
Уборка квартиры	Полив цветов	0,2	0,2	1 раз в неделю
	Мытье пола	0,3	0,2	1 раз в неделю
	Влажная уборка	0,24	0,05	1 раз в неделю
	Мытье окон	0,04	0,01	2-4 раз в год
	Использование воды для утюга и пылесоса	0,5	0,5	2-3 раза в неделю
Умывание и чистка зубов	Фильтрованной водопроводной водой	10	10	Каждый день
Душ, ванна	Водопроводной водой	120	100	Каждый день
Сливной бачок	Водопроводной водой	30	15	Каждый день
Домовые потребности	Мытье подъезда	0,05	0,02	1-2 раза в месяц
	Мытье машины	1	0,4	2 раза в месяц / 1 раз в месяц
	Полив придомовой территории	2	-	В летнее время, через день (май-сентябрь)
	Заполнение (промыв) индивидуальной системы отопления	0,013	0,013	1-2 раза в год
Для домашних животных	Питье, приготовление пищи	0,3	0,3	Каждый день
	Купание, вытирание лап после прогулки	1,5	1,5	Каждый день
ИТОГО		≈200	≈148	
Сливы, нерациональные расходы, внутридомовые утечки (25% при круглосуточной, 10-15% при подаче с перерывами от общего объема)		50	15	
ВСЕГО		250	163	

Стирка. Исходя из исследования, ручная стирка происходит в среднем 2 раза в неделю, а машинная – 1-2 раза в неделю. При ручной стирке используется емкость (таз) объемом 10-15 л, либо сама ванна при её наполняемости $1/3-2/3$ от общего объема. На полоскание возможно использование двукратного объема воды, затраченного на саму стирку. Согласно [98-100, 102, 103, 105] на стирку расходуется от 5,7 до 19,2 л/(сут·чел.). Согласно предположению, изложенному выше, при использовании до 45 л воды на одну ручную стирку (15 л на стирку и 30 л на полоскание) из расчета на одного человека в сутки получается $45 \cdot 2/3/7 \approx 4-5$ л. При использовании стиральной машины в зависимости от объема загруженного белья, типа стирки и производителя [109] на один цикл расходуется от 40 до 60 л воды. С учетом использования машинной стирки один раз в неделю расход воды составит $50/3/7 \approx 2-3$ л/(сут·чел.). И в среднем на все виды стирки будет приходиться до 8 л/(сут·чел.).

Уборка квартиры. Уборка квартиры предполагает полив цветов, мытье пола, влажную уборку элементов декора, мебели и т.п. один раз в неделю. Сюда же можно отнести мытье окон в среднем 2-4 раза в год, а также использование воды для утюга и пылесоса.

На один полив цветов (конечно, в зависимости от количества цветов в квартире) может быть использовано до 5 л воды, что составляет $5/3/7 = 0,2$ л/(сут·чел.). Обычно это водопроводная вода набранная (отстоянная) за неделю до полива цветов. В летние месяцы количество поливов может увеличиться до двух раз.

Для мытья пола и влажной уборки согласно [102, 103, 105] расходуется 5-8 л/(сут·чел.), согласно [98-100] от 14 л на все процедуры или 0,7-0,9 л/(сут·чел.). Согласно [110-112], на мытье полов расходуется до 1 л на 1 м^3 помещения и в среднем составляет 10 л/сут. Предположительно на уборку квартиры используется 9-12 л воды (6-8 л на мытье пола (объем может меняться в зависимости от площади квартиры) и 3-5 л на влажную уборку) или $12/3/7 \approx 1$ л/(сут·чел.).

Так как мытье окон происходит 2-4 раза в год, с учетом количества окон, использования моющих средств и т.п., можно предположить, что для мытья одного окна один раз в год расходуется до 3 л воды, а при наличии в среднем 4 окон в квартире – до 12 л воды. Следовательно, из расчета на одного человека используется $12 \cdot 4 / 3 / 365 = 0,04$ л/(сут·чел.).

Для утюга [113] в зависимости от объема белья, которое необходимо погладить или отпарить может расходоваться до 2 л воды за один цикл, в среднем этот цикл может повторяться 2-3 раза в неделю, а для пылесоса [114] – 4-5 л воды на уборку. Следовательно, из расчета на одного человека используется $(2 \cdot 3 + 5) / 3 / 7 = 0,5$ л/(сут·чел.).

Умывание и чистка зубов. На умывание и чистку зубов согласно [103, 105] приходится от 7 до 11 л/(сут·чел.), согласно [99, 100] 10-34 л/(сут·чел.). Можно предположить, что при рациональном водопользовании на данные виды процедур затрачивается не более 10 л/(сут·чел.).

Душ, ванна. Согласно [103, 105] на принятие душа и ванны может быть использовано 20,7-26,6 л/(сут·чел.), согласно [101, 104] 65 и 43,9 л/(сут·чел.), по наблюдениям [98-100] через душ расходуется 30-90 л/(сут·чел.), а на принятие ванны 17,1-21,6 л/(сут·чел.). Если максимально предположить, что каждый проживающий принимает ежедневно утром душ (90 л/(сут·чел.)), а вечером ванну (150 л/(сут·чел.) при максимальном заполнении), то количество затрачиваемой воды составит 240 л/(сут·чел.), если предположить, что используется либо душ, либо ванна, то в среднем расходуется 120 л/(сут·чел.).

Сливной бачок. Согласно [98-105] на смыв унитаза тратиться от 21 л/(сут·чел.) до 70 л/(сут·чел.). Если учесть средний объем бачка 6 л [115] и посещаемость санузла [107] до 5 раз в сутки, то на расход воды сливным бачком можно отнести 30 л/(сут·чел.).

Домовые потребности. Домовые нужды подразумевают:

- мытье подъезда – в многоквартирных домах, где за чистоту лестничных маршей отвечают сами квартиросъемщики - в среднем один раз в месяц,
- мытье машины – предположительно 2 раза в месяц,

- полив придомовой территории – при наличии клумб и т.п., закрепленных за квартиросъемщиками или придомовой территории частного домовладения (май – сентябрь в течение года),
- заполнение (промыв) индивидуальной системы отопления – 1-2 раза в год.

Для мытья подъезда может быть использовано до 5 л воды, что в расчете на одного человека составит $5/3/30 \approx 0,1$ л/(сут·чел.). На мытье машины в среднем расходуется до 40 л – $40 \cdot 2/3/30 = 1$ л/(сут·чел.). На полив придомовой территории в течение 5 теплых месяцев года до 30 л за полив через день – $30 \cdot 5 \cdot 15/3/365 = 2$ л/(сут·чел.). На заполнение (промыв) индивидуальной системы отопления – $15/3/365 = 0,013$ л/(сут·чел.). Итого на домовые потребности может быть израсходовано от 3 л/(сут·чел.).

Для домашних животных. Вода используется также и для содержания домашних животных – питье, приготовление пищи, купание, вытирание лап влажной тряпкой после прогулки и т.п. Объем воды может колебаться до 5 л в сутки и может увеличиваться в зависимости от количества животных в доме и в потребности воды для них. Из расчета на одного человека содержание одного животного может составлять около 2 л/(сут·чел.).

Помимо полезного расходования воды, часть её тратится на сливы (при использовании горячей воды и т.п.), нерациональные расходы (неисправность водоразборной арматуры и т.д.), внутридомовые утечки (среднемировой уровень внутридомовых потерь воды в многоквартирных домах составляет около 15% от количества поданной воды в здание согласно [116, 117]), а еще имеются потери в наружных сетях. В целом до 25% воды от общего объема полученной теряется в ходе водопользования. При среднесуточном водопотреблении на одного человека 200 л/сут, нерациональное расходование воды составит 50 л/(сут·чел.).

Исходя из всего вышеизложенного, суточный расход воды на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при стабильной подаче воды составит около 250 л/(сут·чел.).

Проведем аналогичный расчет потребности в воде на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при нестабильной водоподаче (Табл. 2.7).

При нестабильной подаче воды с учетом использования водопровода утром и вечером в течение 3-4 часов и при запасе дополнительного объема воды на дневные нужды, расход воды сократится в течение суток.

Обоснование принятых суточных расходов воды на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при нестабильной подаче воды (Табл. 2.7) приведены ниже.

Расходование воды на питье, приготовление пищи, для содержания домашних животных при некруглосуточной подаче воды останется на прежнем уровне. Уменьшение расходования воды будет наблюдаться при мытье посуды, стирке, уборке, гигиенических процедурах, использовании смывного бачка, на домовые потребности. В первую очередь, это обусловлено количеством часов возможности потребления воды из водопровода, во вторую очередь, некоторой экономией запаса воды, сделанного ранее. При этом снизится и нерациональное расходование воды.

Мытье посуды. Мытье посуды будет производиться вручную и возможно в вечерние часы, т.к. время утренней подачи будет использоваться на утренние гигиенические процедуры и приготовление пищи. Следовательно, 12 л/(сут·чел.), затрачиваемые в сутки на мытье посуды при постоянной подаче воды, сократятся в 2-3 раза и составят 4-6 л/(сут·чел.). Использование посудомоечной машины возможно исключить, т.к. при массовом пользовании водопроводом в определенные часы напора в водопроводной сети может быть недостаточно для её включения.

Стирка. Стирка в основном будет ручная. И объем расхода воды на человека в сутки будет на том же уровне – 5 л/(сут·чел.). Можно предположить, что использование стиральной машины будет ограничено, как и использование посудомоечной машины, но в среднем любая хозяйка будет стремиться к

машинной стирке хотя бы 2-3 раза в месяц, следовательно, расход воды из расчета на одного человека при машинной стирке составит $3 \cdot 60 / 3 / 30 = 2$ л/(сут·чел.).

Уборка квартиры. Полив цветов, использование воды для утюга и пылесоса останется на прежнем уровне. В основном будет сокращено расходование воды на мытье пола, влажную уборку и мытье окон за счет экономии запаса воды, сделанного ранее, если часы проведения данных видов процедур будут не совпадать с графиком подачи воды.

Предположительно, на мытье пола вместо 6 л будет расходоваться 4 л, т.е. $4 / 3 / 7 = 0,2$ л/(сут·чел.), на влажную уборку вместо 3 л – 1 л: $1 / 3 / 7 = 0,05$ л/(сут·чел.). При мытье окон расход воды может быть сокращен до двух раз, а возможно и сокращение общего числа процедур по мытью окон: $6 \cdot 2 / 3 / 365 = 0,01$ л/(сут·чел.).

Умывание и чистка зубов. При рациональном водопользовании на данные виды процедур будет также затрачиваться не более 10 л/(сут·чел.).

Душ, ванна. Предположительно, при нестабильной подаче воды каждый житель будет использовать для гигиенических нужд только душ (каждый день) и возможно один раз в неделю принятие ванны, следовательно, расход воды на одного человека для данной процедуры составит $(90 \cdot 6 + 150) / 7 \approx 100$ л/(сут·чел.).

Смывной бачок. Смывной бачок будет использоваться только утром и вечером, можно предположить, что его использование за счет этого сократиться в 2 раза и расход воды составит 15 л/(сут·чел.).

Домовые потребности. Объем воды для мытья подъезда в целях экономии запаса воды будет сокращено в среднем на $1/3$ и составит $2 / 3 / 30 \approx 0,02$ л/(сут·чел.). Предположительно и мытье машины в домашних условиях будет осуществляться 1 раз в месяц и из расчета на одного человека составит $40 / 3 / 30 = 0,4$ л/(сут·чел.). Возможно полное отсутствие полива придомовой территории или за счет ранее сделанных запасов. При использовании воды из водопроводной сети и наличии шланг будет наблюдаться резкое падение давления в сети в летние месяцы, что будет отрицательно сказываться на водоснабжении верхних этажей многоквартирных домов и резком сокращении водопотребления. На заполнение

(промыв) индивидуальной системы отопления будет тратиться тот же объём, что и при постоянной подаче воды - $15/3/365=0,013$ л/(сут·чел.).

При нестабильной подаче воды сливы, нерациональные расходы сократятся в целях экономии воды потребителем, а утечки - за счет отсутствия воды в сети продолжительное время. В частности в г. Макеевка общее время подачи воды составляет 8 часов вместо 24, тогда величину утечек следует умножать на коэффициент $t/24$, где t – суммарное время подачи воды в сутки, в данном случае он равен 0,33 (10%) или принять 15% с учетом сильного износа внутренних водопроводных сетей в зданиях города.

Исходя из всего вышеизложенного, суточный расход воды на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при нестабильной подаче воды составит около 163 л/(сут·чел.).

Согласно полученному результату, при некруглосуточной подаче воды водопотребление может сократиться на 35% с 250 до 163 л/(сут·чел.). Данное предположение необходимо проверить на примере водопотребления населением города Макеевка, где вода подается с двумя перерывами: с 10⁰⁰ до 18⁰⁰ и с 22⁰⁰ до 6⁰⁰. Таким образом, можно выяснить фактическую степень влияния перерывов подачи на удельное водопотребление населением.

Для достижения поставленных в данной работе задач был осуществлен сбор данных по Макеевскому горводоканалу с целью их дальнейшей обработки для обоснования норм водопотребления населением.

Сравнивая итоговый результат таблицы 2.7 (при стабильной подаче воды) и среднее значение водопотребления по городу согласно [42-44], можно с уверенностью утверждать, что при некруглосуточном водоснабжении снизится расход воды на технологические, социальные и хозяйственно-гигиенические потребности, утечки воды, нерациональные расходы и сливы воды, за счет отсутствия воды в системе и сокращения часового водопользования (по 3-4 часа утром и вечером согласно графика подачи воды).

В таблице 2.8 приведен сравнительный анализ существующих нормативов [42-44] с утвержденными на уровне местных советов норм водопотребления для

зданий четырех видов благоустройства городов Макеевка и Луганск с разным графиком подачи воды населению (Прил. А).

Таблица 2.8 – Сравнительный анализ норм водопотребления в городах с почасовой и постоянной подачей воды

№ п/п	Степень благоустройства здания	Норма по [44]	Норма по [42]	Норма по [43]	Утвержденная норма	
					для г. Макеевка (нестабиль- ная подача)	для г. Луганск (постоянная подача)
					л/(сут·чел.)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Жилые дома с водопроводом и канализацией, без ванн	95	110	110	150	95
2	То же, с быстродействующими газовыми и электроводонагревателями и многоточечным водоразбором	210	135	135	320	210
3	То же, с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	300	285	285	305	195
4	То же, при высоте зданий более 12 этажей, с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству	400	-	-	400	295
5	Дома с бойлерами	300	235	235	320	300
Среднее значение водопотребления		261	191,25	191,25	299	219

Для зданий всех видов благоустройства, утвержденные нормы водопотребления в г. Макеевка заметно превышают нормы для г. Луганска. В то же время приведенные в данной главе расчеты показывают, что нормы водопотребления при некруглосуточной подаче воды (г. Макеевка) должны быть меньше, чем при круглосуточной подаче (г. Луганск). Представляется, что завышение норм водопотребления связано, видимо, с большими размерами утечек воды в г. Макеевка.

Выводы по главе 2:

1. Проблема рационального использования воды и устранения ее потерь представляет в настоящее время одну из актуальнейших народнохозяйственных

задач. Потери воды всех видов на сегодня еще весьма велики, что приводит к бесполезной трате значительных государственных средств, препятствует дальнейшему улучшению снабжения населения водой, тормозит решение задач в области охраны природы. В мире в среднем потери составляют 26,6%.

2. Установка приборов учета воды у абонентов системы водоснабжения позволяет снизить количество потребляемой воды примерно на 30-40%; понизить давление в магистральных водоводах, что увеличит срок их эксплуатации; уменьшить количество сточной воды и тем самым разгрузить станции очистки сточных вод; снять необходимость в дорогостоящих инвестициях на строительство дополнительных сооружений по подготовке питьевой воды.

3. В течение дня человек расходует воду на питье, приготовление пищи, мытье посуды, стирку, уборку квартиры, умывание и чистку зубов, душ, принятие ванны, туалетные процедуры, домовые потребности, для содержания домашних животных. Помимо полезного расходования воды, часть её тратится на сливы, нерациональные расходы, внутридомовые утечки, что составляет 25% от общего объема подаваемой воды.

4. Исходя из проведенного исследования, суточный расход воды на одного человека (из расчета, что семья состоит из трех человек) при постоянной подаче воды составит 250 л/(сут·чел.), а при некруглосуточной подаче воды – 163 л/(сут·чел.), что предполагает сокращение водопотребления на 35%.

5. Расходование воды на питье, приготовление пищи, для содержания домашних животных при нестабильной подаче воды останется на прежнем уровне. Уменьшение расходования воды будет наблюдаться при мытье посуды, стирке, уборке, гигиенических и туалетных процедурах, на домовые потребности за счет пользования водопроводом только утром и вечером в течение 3-4 часов и экономном использовании дополнительного запаса воды на дневные нужды. Наиболее существенное снижение водопотребления должно наблюдаться за счет уменьшения утечек воды.

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЕМ В ГОРОДЕ МАКЕЕВКА ПРИ НЕКРУГЛОСУТОЧНОЙ ПОДАЧЕ ВОДЫ

Надежное функционирование городских сетей является актуальной и важной проблемой. В средствах массовой информации время от времени появляются сообщения о нарушениях нормальной работы системы водоснабжения и канализации, которые при крупных авариях на сетях могут поставить город на грань экологической катастрофы. Невозможно добиться абсолютно надежной работы сетей, так как это очень сложная территориальная система, которая находится под действием множества неблагоприятных факторов, большинство из которых носит случайный, практически не контролируемый характер.

Подача воды с перерывами ухудшает санитарное состояние сетей. Она была принята как временная мера в связи со значительными неплатежами населения за воду. Фактически временная мера длится уже почти 20 лет. Накоплен значительный материал, который требует тщательного анализа.

3.1 Сбор массива данных ежемесячных измерений удельных расходов воды

На первом этапе нами были проведены выборочные приборные измерения фактического водопотребления населением с учётом следующих положений [56]:

1. приборные измерения фактического водопотребления населением проводились поверенными в установленном порядке средствами измерительной техники;
2. измерениями были охвачены дома каждого вида благоустройства (разновидности норм водопотребления, которые определены обследованием жилого фонда населенного пункта);
3. для проведения приборных измерений отобраны дома в разных районах города (с разной удаленностью от главных водопроводных насосных станций).

Увеличение количества отобранных для обследования зданий повышает статистическую достоверность результатов;

4. перед началом приборных измерений были устранены все утечки питьевой воды из внутридомовых сетей;

5. измерения выполнялись в разные периоды водопотребления (лето, зима, периоды отсутствия подачи горячей воды);

6. при проведении измерений было исключено влияние на водопотребление населения других потребителей (арендаторов помещений в жилых домах – юридических лиц и т. п.) путем обязательного установления на их вводах водосчетчиков;

7. при наличии в доме квартир, оборудованных квартирными водосчетчиками, определялось количество воды, потребленной по их показаниям за период проведения измерений, количество лиц, проживающих в этих квартирах.

Необходимо отметить, что централизованное горячее водоснабжение в г. Макеевка было отключено одновременно с введением некруглосуточной подачи воды.

3.2 Обработка результатов ежемесячных измерений удельных расходов воды

Обработка данных осуществлялась с помощью программного пакета для анализа экспериментальных данных и статического моделирования в среде Windows Excel и CurveExpert.

Подача питьевой воды в городе осуществляется по графику – с 6.00 до 10.00 и с 18.00 до 22.00 часов. Централизованное горячее водоснабжение отключено в середине 90-х годов.

В домах каждого вида благоустройства определялось удельное водопотребление на одного человека в сутки и определялись среднеарифметические значения удельного водопотребления в домах каждого

вида благоустройства. Суммируются значения удельного водопотребления, полученные в измерениях, проведенных в разное время года, и находится его среднее арифметическое значение для данного вида благоустройства жилья (номенклатуры разновидностей норм водопотребления).

Исследования проводились в зданиях основных четырёх видов благоустройства [42-44]:

- здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями;
- здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе;
- здания с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением;
- здания с водопроводом и канализацией, без ванн.

Полученные средние за один год значения удельного водопотребления в каждой квартире (домовладении) приведены в таблицах Б.1 - Б.4 приложения Б, содержащих наименование всей номенклатуры разновидностей норм, количество лиц, проживающих в домах с данным видом благоустройства, и количество лиц, потребление воды которыми учитывается по показаниям квартирных водосчетчиков.

В таблице 3.1 приведены общее количество исследуемых зданий по разным степеням благоустройства и полученные средние за 1 год значения удельного водопотребления.

Таблица 3.1 – Сводная таблица среднего удельного водопотребления для зданий разной степени благоустройства (без отсеивания минимальных и максимальных значений)

N п/п	Степень благоустройства здания	Общее количество частных домовладений, шт	Общее количество жильцов, чел	Период измерений, сут	Общий расход воды, м³/год	Среднее удельное водопотр., л/(сут·чел.)	Утвержденная в г. Макеевка норма водопотребления, л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями	225	587	365	17110,03	79,86	320

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2	с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе	87	244	365	7138,99	80,16	240
3	с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением	39	96	365	2131,78	60,84	170
4	с водопроводом и канализацией, без ванн	55	137	365	3017,73	60,35	150
	Всего	406	1064		29398,53		

Очевидно, что фактические средние величины удельного водопотребления весьма низки. Необходим анализ данных и отсеивание квартир, в которых люди постоянно не проживают.

3.3 Методика статистической обработки результатов измерений расходов воды

Для оценки водопотребления строились гистограммы дифференциального и интегрального распределения расходов воды в квартирах (домовладениях) одинакового уровня благоустройства. Для таких условий, по данным литературы, характерно показательное распределение [26, 37, 38].

Показательным (экспоненциальным) называется распределение вероятностей непрерывной случайной величины x , которое описывается плотностью (Рис. 3.1) [118-129]

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ \lambda e^{-\lambda x} & \text{при } x \geq 0, \end{cases} \quad (3.1)$$

где λ – постоянная положительная величина.

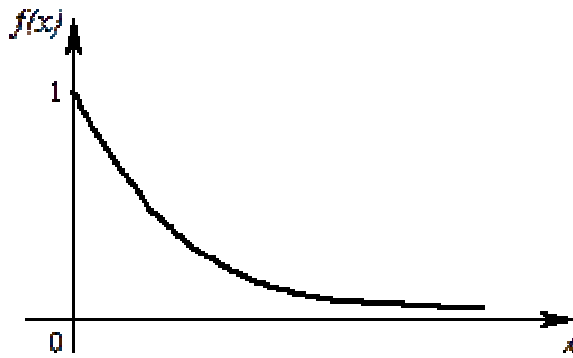


Рисунок 3.1 – График плотности показательного распределения

Показательное распределение определяется одним параметром λ . Эта особенность показательного распределения указывает на его преимущество по сравнению с распределениями, зависящими от большого числа параметров.

Математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение показательного распределения равны между собой и определяются по формулам

$$M(X) = 1/\lambda, \quad (3.2)$$

$$D(X) = 1/\lambda^2, \quad (3.3)$$

$$\sigma(X) = 1/\lambda. \quad (3.4)$$

Проверку гипотезы о показательном распределении генеральной совокупности также можно осуществить, используя критерий Пирсона, сравнив эмпирические и теоретические частоты. Также как и для нормального распределения рассчитывается количество и длина интервалов. Затем определяется в качестве оценки параметра λ величина, обратная выборочной средней

$$\lambda = \frac{1}{\bar{x}_g}. \quad (3.5)$$

Дифференциальный вид закона распределения позволяет вычислять вероятность появления любого расчетного расхода воды.

Точечное и интервальное оценивание математического ожидания удельных суточных расходов воды выполнено согласно [118-129].

Первоначально был составлен интервальный ряд распределения.

Количество интервалов определяется по формуле Стерджесса

$$m = 1 + (3.322 \cdot \lg n), \quad (3.6)$$

где n – число наблюдений.

Для упрощения можно принять $m=10$.

Длина интервалов определяется по формуле

$$\Delta x = \frac{(x_{\max} - x_{\min})}{m}, \quad (3.7)$$

где x_{\max} – максимальное значение удельного суточного расхода в выборке;

x_{\min} – минимальное значение удельного суточного расхода в выборке.

Разбиваем диапазон данных на интервалы равной ширины и определяем абсолютные частоты n_i для всех интервалов.

Далее рассчитывается выборочное среднее по формуле 3.8, выборочная дисперсия по формуле 3.9, 3.10 и выборочное среднеквадратическое отклонение по формуле 3.11, 3.12.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m x_i, \quad (3.8)$$

где x_i – середина соответствующего интервала;

n – абсолютная частота соответствующего интервала.

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2, \quad \text{при } n \leq 30. \quad (3.9)$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2, \quad \text{при } n > 30. \quad (3.10)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}, \quad \text{при } n \leq 30. \quad (3.11)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}, \quad \text{при } n > 30. \quad (3.12)$$

Коэффициент вариации близок относительной ошибке. Данную величину определяем по формуле

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}. \quad (3.13)$$

Теснота связи между величинами определяется коэффициентом корреляции и рассчитывается по формуле

$$r = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{S_x S_y}. \quad (3.14)$$

Чем ближе значение коэффициента корреляции к 1, тем теснее связь.

Относительная частота f_i рассчитывается по формуле

$$f_i = n_i / n. \quad (3.15)$$

Взвешенное среднее арифметическое вычисляется по формуле

$$\bar{x}_e = \sum_{i=1}^m \tilde{x}_i f_i. \quad (3.16)$$

Мода определяется по формуле [122]

$$M_o = x_{M_o} + i_{M_o} \frac{f_{M_o} - f_{M_{o-1}}}{(f_{M_o} - f_{M_{o-1}}) + (f_{M_o} - f_{M_{o+1}})}, \quad (3.17)$$

где x_{M_o} – минимальная граница модального интервала;

i_{M_o} – величина модального интервала;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала предшествующая модальному интервалу;

$f_{M_{o+1}}$ – частота следующего за модальным интервалом;

f_{M_o} – частота модального интервала.

Мода представляет собой абсциссу точки максимума кривой распределения.

Медианный интервал – это интервал, кумулятивная (накопленная) частота которого равна или превышает половину суммы частот, интервал с наибольшей частотой. Медиана делит совокупность на две равные части.

Медиана определяется по формуле [122]

$$M_e = x_{M_e} + i_{M_e} \frac{\frac{\Sigma f}{2} - S_{M_{e-1}}}{f_{M_e}}, \quad (3.18)$$

где x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала;

i_{M_e} – величина медианного интервала;

Σf – сумма частот ряда;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному;

f_{M_e} – частота медианного интервала.

Для осуществления проверки гипотезы о том, каким является распределение, проведём ряд предварительных вычислений по форме таблицы 3.2. В таблицу не включались значения удельного водопотребления менее 20 л/(сут.чел.), поскольку в данных квартирах люди, видимо, не живут постоянно и бывают наездами или подолгу отсутствуют. Кроме того исключена максимальная величина удельного водопотребления.

Таблица 3.2 – Результаты статистической обработки величин удельного водопотребления (форма таблицы)

Интервал, л/(сут.чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i * f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ											
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут.чел.)										Σ	

В таблице приняты следующие обозначения:

n_i – абсолютные частоты; количество обследованных квартир с величиной удельного водопотребления на одного проживающего в сутки в пределах рассматриваемого интервала;

\bar{x}_i – выборочное среднее удельного водопотребления на интервале, л/(сут.чел.);

S^2 – выборочная дисперсия;

S – выборочное среднеквадратичное отклонение;

C_v – коэффициент вариации;

f_i – относительная частота;

f_Σ или Σf_i – накопленная частота;

λ – величина, обратная выборочной средней.

3.4 Результаты статистической обработки результатов измерений расходов воды

В результате статистической обработки величин расходов удельного водопотребления холодной воды в жилом секторе, определенных по показаниям квартирных водомеров, получены основные статистические величины, приведенные в таблицах 3.3, 3.5, 3.7, 3.9 для зданий основных степеней благоустройства и выявления реального водопотребления населением. Определены модальный и медианный интервалы, рассчитаны мода и медиана. Гистограммы и графики статистических функций представлены на рисунках 3.2-3.9. По построенным графикам интегрального распределения удельных расходов воды определены удельные расходы воды с обеспеченностью 1%, 5%, 10% и 20% для исследуемых зданий (Табл. 3.4, 3.6, 3.8, 3.10).

3.4.1 Здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями

Всего обследовано 225 домовладения (225 квартир) данного вида благоустройства (Прил. Б, Табл. Б.1). С учётом отсеивания минимальных и максимальных значений, в обработке участвовали показатели 189 квартир, с численностью проживающих – 494 человека. Отсеяны 36 квартир (16%), где, видимо, люди постоянно не проживают.

Таблица 3.3 – Результаты статистической обработки величин удельного водопотребления для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями

Интервал, л/(сут.чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i * f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20-60	194	38,165	27612,803	142,334	11,930	0,313	0,393	0,393	0,026	14,99	1,68
60-100	146	76,039	20745,155	142,090	11,920	0,157	0,296	0,688	0,013	22,47	1,93
100-140	65	114,033	7118,444	109,515	10,465	0,092	0,132	0,820	0,009	15,00	2,54

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
140-180	35	158,525	2363,111	67,517	8,217	0,052	0,071	0,891	0,006	11,23	2,72
180-220	22	196,781	1731,169	82,437	9,079	0,046	0,045	0,935	0,005	8,76	3,79
220-260	9	245,050	908,158	113,520	10,655	0,043	0,018	0,953	0,004	4,46	6,96
260-300	13	275,327	1279,163	106,597	10,325	0,037	0,026	0,980	0,004	7,25	5,61
300-340	4	316,685	71,153	23,718	4,870	0,015	0,008	0,988	0,003	2,56	4,77
340-380	5	364,498	537,099	134,275	11,588	0,032	0,010	0,998	0,003	3,69	10,16
380-420	1	417,810	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	1,000	0,002	0,85	0,00
Σ	494						1,000				
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут.чел.)										91,27	

Модальный интервал – интервал с наибольшей частотой: 20-60, с частотой 59.

x_{M_o} – минимальная граница модального интервала, 20;

i_{M_o} – величина модального интервала, 40;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующего модальному интервалу, 0;

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным интервалом, 146;

f_{M_o} – частота модального интервала, 194.

Мода: $M_o = 20 + 40 \cdot ((194 - 0) / ((194 - 0) + (194 - 146))) = 52,07$.

Медианный интервал – это интервал, где встречается значение середины ряда: 60–100, с частотой 146.

x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала, 60;

i_{M_e} – величина медианного интервала, 40;

Σf – сумма частот ряда, 494;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному, 194;

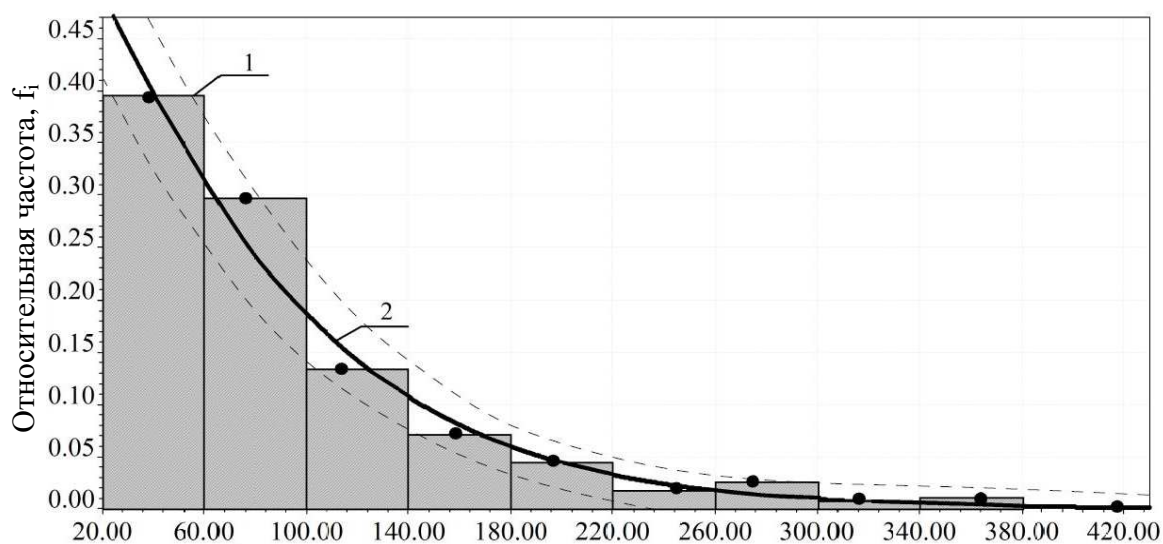
f_{M_e} – частота медианного интервала, 146.

Медиана: $M_e = 60 + 40 \cdot [((494/2) - 194) / 146] = 74,52$.

Данный вид благоустройства квартир наиболее близок к условиям при теоретическом расчете возможного удельного водопотребления при некруглосуточной подаче воды. Можно отметить, что фактическая средневзвешенная величина удельного водопотребления 91,27 л/(сут.чел.) значительно меньше теоретической величины 163 л/(сут.чел.). Налицо явное

снижение удельного водопотребления не только по сравнению с теоретическим расчетом для круглосуточного режима подачи воды (250 л/(сут·чел.)), но и для теоретически расчетной величины и для режима некруглосуточной подачи. Медиана относительно близка к средневзвешенной величине.

Вполне очевидно, что население расходует воду очень экономно, а утечки и сливы практически минимальны.



Средние за год удельные расходы воды в интервалах разбиения ряда, л/(сут·чел.)

Рисунок 3.2 – Гистограмма (1) и график (2) дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями (пунктир – границы доверительного интервала)

Кривая дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,018$, $r=0,992$):

$$y=0,568 \cdot x^{(-0,002x)}, \quad (3.19)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 420 л/(сут·чел.));

y – относительная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

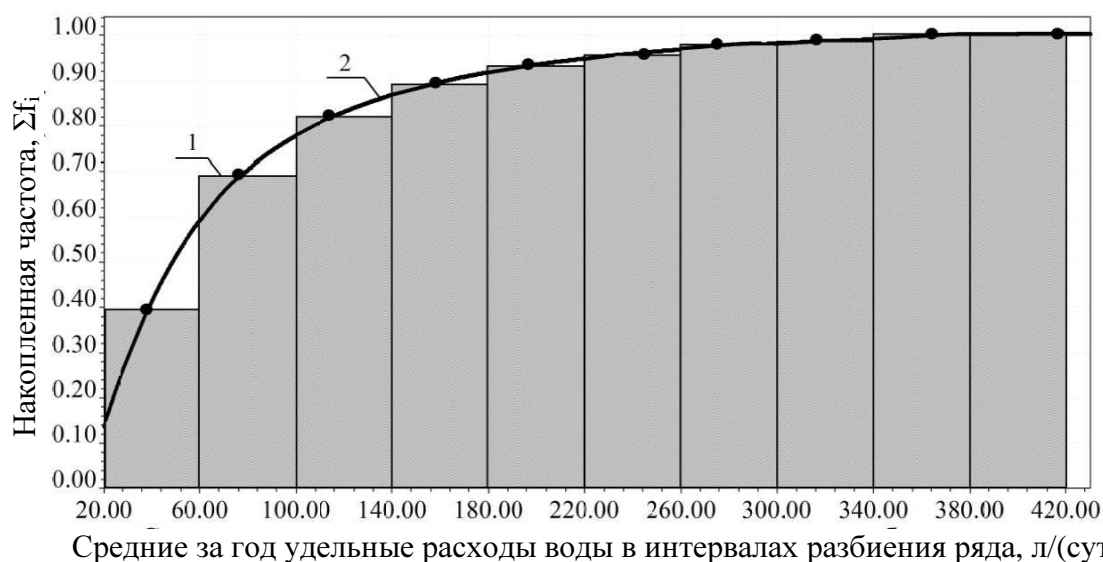


Рисунок 3.3 – Гистограмма (1) и график (2) интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями

Кривая интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,005$, $r=0,999$):

$$y = 1,713 \cdot \exp(46,3 / (0,0705 \ln(x) - x)), \quad (3.20)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 420 л/(сут·чел.));

y – накопленная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

Среднее значение удельного расхода воды равно 91,27 л/(сут·чел.) Ему соответствует обеспеченность 26% ($P=74\%$, точнее $\sum f_i=74\%$). Обеспеченностью принято считать вероятность превышения данной величины, в частности здесь 91,27 л/(сут·чел.).

Весьма интересен вопрос, а какие значения удельных расходов воды следует принимать в качестве расчетных?! Согласно Кедрову В.С. [130], который ссылается на СНиП [44] расчетные расходы воды следует определять с вероятностью 0,999-0,980, т.е. с обеспеченностью 0,001-0,02 (0,1-2%). Исаев В.Н. и Мхитарян М.Г. [26] говорят об обеспеченности $P=0,992$ -0,983, хотя конечно они имели ввиду вероятность P , тогда обеспеченность составит 0,008-0,017 (0,8-1,7%).

В то же время методики России и Украины [54, 55, 57] рекомендуют принимать для дальнейших расчетов объемов водопотребления среднеарифметические значения измеренных удельных расходов воды. Следует отметить, что среднеарифметические значения чаще всего соответствуют вероятностям, не превышающим 70-75%, т.е. обеспеченность 25-30%. Эти разногласия требуют дальнейшего выяснения. В связи с этим было принято решение определять несколько величин удельных расходов по интегральной кривой распределения. В частности с $P=100\%$ (обеспеченность 0%), $P=99,99\%$ (обеспеченность 1%), $P=95\%$ (обеспеченность 5%), $P=90\%$ (обеспеченность 10%) и $P=80\%$ (обеспеченность 20%). Эти расходы приведены ниже в таблице 3.4, только обеспеченности приведены не в процентах, а долях единицы. На наш взгляд, наиболее обоснованной представляется обеспеченность где-то между различными мнениями, скорее всего для вероятности $P=0,8$ обеспеченность будет 0,2.

Таблица 3.4 – Значения удельных расходов воды при заданной обеспеченности для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями

Уравнение регрессии	Заданная обеспеченность	Удельные расходы воды, л/(сут·чел.)
1	2	3
$y=1,713 \cdot \exp(46,3/(0,0705 \ln(x)-x))$	0,20	106
	0,10	161
	0,05	228
	0,01	361

Для данного типа зданий средней величине удельного расхода воды соответствует вероятность $P=0,74$ (обеспеченность 0,26).

Судя по гистограмме дифференциального распределения (Рис. 3.2), никакого нормального закона не наблюдается. Скорее – закон показательный, либо, со значительной натяжкой, близок распределению Пуассона. Эти данные противоречат данным, приведенным Исаевым В.Н. и Мхитарян М.Г. [26], что при числе потребителей 100 и более наблюдается нормальный закон распределения максимальных расходов воды. В данном же случае число обследованных квартир

составляет 189, а число потребителей – 494 человека. Причиной столь значительного сдвига удельного водопотребления к началу координат является, видимо, некруглосуточная подача воды. При этом действуют две противоположные тенденции:

- удельное водопотребление снижается из-за резкого уменьшения утечек при подаче воды в течение 8 часов вместо 24. При этом вода подается в часы максимального водопотребления (6.00 – 10.00 и 18.00 – 22.00), когда утечки и так минимальны;
- удельное водопотребление увеличивается из-за нерациональных сливов запасов воды в квартирах, которые необходимы жителям в часы перерывов в подаче воды.

Данный график приводит к выводу, что первая тенденция имеет наибольшее влияние, т. е. утечки уменьшились, а сливы относительно незначительны. Действует, разумеется, и общая тенденция снижения удельного водопотребления вследствие повышения стоимости воды.

График дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями (Рис. 3.2) описывается уравнением $y=0,568 \cdot x^{(-0,002x)}$.

График интегрального распределения (Рис. 3.3) описывается уравнением $y=1,713 \cdot \exp(46,3/(0,0705 \ln(x)-x))$. Для данной степени благоустройства зданий вероятность превышения удельного водопотребления 106 л/(сут·чел.) составляет 20%, 161 л/(сут·чел.) равна 10%, вероятность превышения 228 л/(сут·чел.) составляет еще меньший процент – 5%. Величина 106 л/(сут·чел.), соответствующая 20% обеспеченности, относительно близка теоретически рассчитанной величине 163 л/(сут·чел.). В то же время она меньше, что говорит о заметной экономии воды потребителями. В целом водопотребление при некруглосуточной подаче воды ниже, чем при круглосуточной (250 л/(сут·чел.)) на 66%.

3.4.2 Здания с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе

Всего обследовано 87 домовладения (87 квартир) данного вида благоустройства (Прил. Б, Табл. Б.2). С учётом отсеивания минимальных (до 20 л/(сут·чел.)) и максимальных значений, в обработке участвовали показатели 74 квартир, с численностью проживающих – 204 человека.

Таблица 3.5 – Результаты статистической обработки величин удельного водопотребления для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе

Интервал, л/(сут·чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i * f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20-53	91	36,56	9036,96	99,307	9,965	0,273	0,446	0,446	0,027	16,31	2,05
53-86	38	65,25	1813,80	47,732	6,909	0,106	0,186	0,632	0,015	12,15	2,20
86-119	12	101,90	782,94	71,176	8,437	0,083	0,059	0,691	0,010	5,99	4,77
119-152	20	135,97	2960,52	155,817	12,483	0,092	0,098	0,789	0,007	13,33	5,47
152-185	13	165,66	1396,54	116,378	10,788	0,065	0,064	0,853	0,006	10,56	5,86
185-218	18	201,02	892,65	52,509	7,246	0,036	0,088	0,941	0,005	17,74	3,35
218-251	8	231,46	671,17	95,882	9,792	0,042	0,039	0,980	0,004	9,08	6,79
251-284	1	265,75	0,00	0,000	0,000	0,000	0,005	0,985	0,004	1,30	0,00
284-317	1	304,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,005	0,990	0,003	1,49	0,00
317-350	2	349,32	0,00	0,000	0,000	0,000	0,010	1,000	0,003	3,42	0,00
Σ	204						1,000				
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут·чел.)										91,37	

Модальный интервал – интервал с наибольшей частотой: 20-53, с частотой 91.

x_{M_o} – минимальная граница модального интервала, 20;

i_{M_o} – величина модального интервала, 33;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующего модальному интервалу, 0;

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным интервалом, 38;

f_{M_o} – частота модального интервала, 91.

Мода: $M_o = 20 + 33 \cdot ((91 - 0) / ((91 - 0) + (91 - 38))) = 40,85$.

Медианный интервал – это интервал, где встречается значение середины ряда: 53–86, с частотой 38.

x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала, 53;

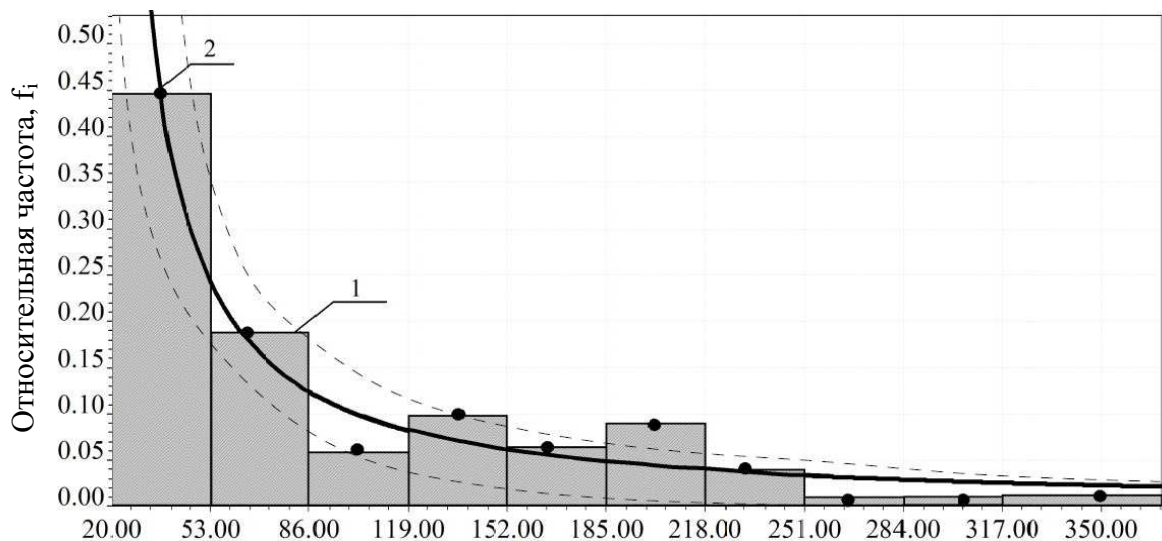
i_{M_e} – величина медианного интервала, 33;

Σf – сумма частот ряда, 204;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному, 91;

f_{M_e} – частота медианного интервала, 38.

Медиана: $M_e = 53 + 33 \cdot [((204/2) - 91)/38] = 62,55$.



Средние за год удельные расходы воды в интервалах разбиения ряда, л/(сут·чел.)

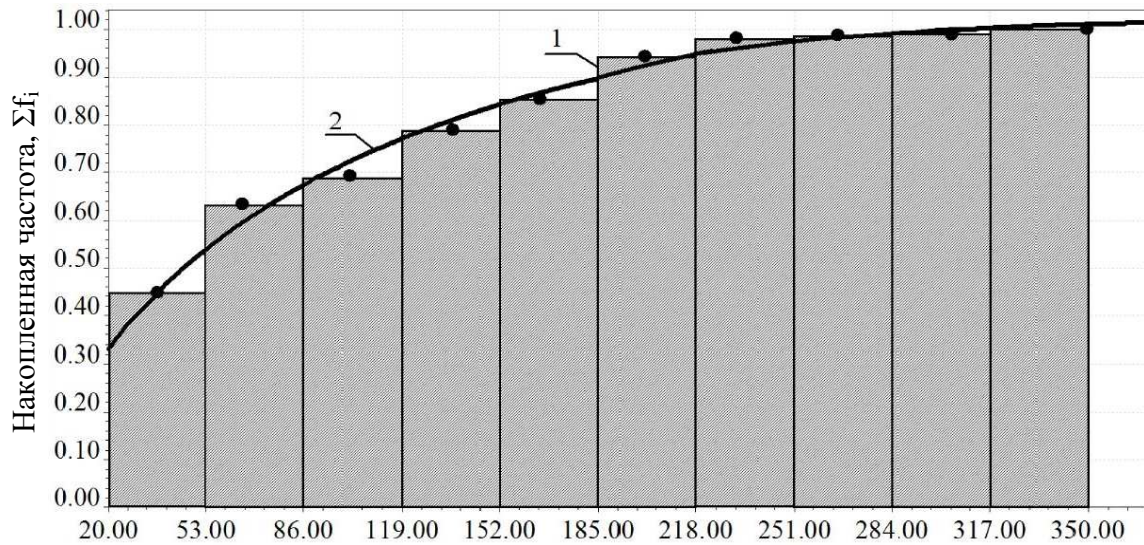
Рисунок 3.4 – Гистограмма (1) и график (2) дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе (пунктир – границы доверительного интервала)

Кривая дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе, аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,029$, $r=0,981$):

$$y = 1 / (0,071x^{1,103} - 1,503), \quad (3.21)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 350 л/(сут·чел.));

y – относительная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.



Средние за год удельные расходы воды в интервалах разбиения ряда, л/(сут.чел.)

Рисунок 3.5 – Гистограмма (1) и график (2) интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе

Кривая интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе, аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,026$, $r=0,993$):

$$y=0,064 \cdot 0,999^x \cdot x^{0,557}, \quad (3.22)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 350 л/(сут.чел.));

y – накопленная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

Таблица 3.6 – Значения удельных расходов воды при заданной обеспеченности для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе

Уравнение регрессии	Заданная обеспеченность	Удельные расходы воды, л/(сут.чел.)
1	2	3
$y=0,064 \cdot 0,999^x \cdot x^{0,557}$	0,20	127
	0,10	189
	0,05	239
	0,01	290

Среднее значение удельного расхода воды равно 91,37 л/(сут·чел.). Ему соответствует обеспеченность 32% ($P=68\%$, точнее $\sum f_i=68\%$).

Согласно полученной гистограммы дифференциального распределения (Рис. 3.4) данное распределение не является нормальным, возможно оно близко к экспоненциальному или распределению Пуассона. При числе потребителей в 204 человека, проживающих в 74 квартирах (домовладениях), не наблюдается нормального закона распределения согласно данным источников [26, 75-77]. Также наблюдается резкое снижение водопотребления из-за некруглосуточной подачи воды, вследствие чего уменьшаются и утечки, нерациональное расходование. Возможно лишь увеличение сливов после перерывов в подаче воды, и то они незначительны. График дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе (Рис. 3.4) описывается уравнением $y=1/(0,071x^{1,103}-1,503)$.

График интегрального распределения (Рис. 3.5) описывается уравнением $y=0,064 \cdot 0,999^x \cdot x^{0,557}$. Для данной степени благоустройства зданий вероятность превышения удельного водопотребления 127 л/(сут·чел.) составляет 20%, 189 л/(сут·чел.) равна 10%, вероятность превышения 239 л/(сут·чел.) составляет еще меньший процент – 5%.

Величина 127 л/(сут·чел.) достаточно близка теоретически рассчитанному удельному водопотреблению (163 л/(сут·чел.)). Водопотребление при некруглосуточной подаче воды ниже, чем при круглосуточной (250 л/(сут·чел.)) на 49%. Несколько большее, чем для квартир с газовыми нагревателями (106 л/(сут·чел.)) удельное водопотребление свидетельствует о больших, на наш взгляд, сливах из твердотопливных водонагревателей.

3.4.3 Здания с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением

Всего обследовано 39 домовладения (39 квартир) данного вида благоустройства (Прил. Б, Табл. Б.3). С учётом отсеивания минимальных и

максимальных значений, в обработке участвовали показатели 34 квартир, с численностью проживающих – 84 человека.

Таблица 3.7 – Результаты статистической обработки величин удельного водопотребления для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением

Интервал, л/(сут·чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i * f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23-40	25	27,76	252,30	10,512	3,242	0,117	0,298	0,298	0,036	8,26	1,27
40-57	17	49,26	299,40	18,713	4,326	0,088	0,202	0,500	0,020	9,97	2,06
57-74	10	72,12	39,78	4,420	2,102	0,029	0,119	0,619	0,014	8,59	1,30
74-91	10	78,28	103,18	11,465	3,386	0,043	0,119	0,738	0,013	9,32	2,10
91-108	13	99,99	383,32	31,943	5,652	0,057	0,155	0,893	0,010	15,47	3,07
108-125	1	123,84	0,00	0,000	0,000	0,000	0,012	0,905	0,008	1,47	0,00
125-142	2	132,63	0,00	0,000	0,000	0,000	0,024	0,929	0,008	3,16	0,00
142-159	3	150,01	31,56	15,778	3,972	0,026	0,036	0,964	0,007	5,36	4,49
159-176	2	169,55	18,67	18,666	4,320	0,025	0,024	0,988	0,006	4,04	5,99
176-193	1	189,04	0,00	0,000	0,000	0,000	0,012	1,000	0,005	2,25	0,00
Σ	84						1,000				
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут·чел.)										67,89	

Модальный интервал – интервал с наибольшей частотой: 23-40, с частотой 25.

x_{M_o} – минимальная граница модального интервала, 23;

i_{M_o} – величина модального интервала, 17;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующая модальному интервалу, 0;

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным интервалом, 17;

f_{M_o} – частота модального интервала, 25.

Мода: $M_o = 23 + 17 \cdot ((25 - 0) / ((25 - 0) + (25 - 17))) = 35,88$.

Медианный интервал – это интервал, где встречается значение середины ряда: 40–57, с частотой 17.

x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала, 40;

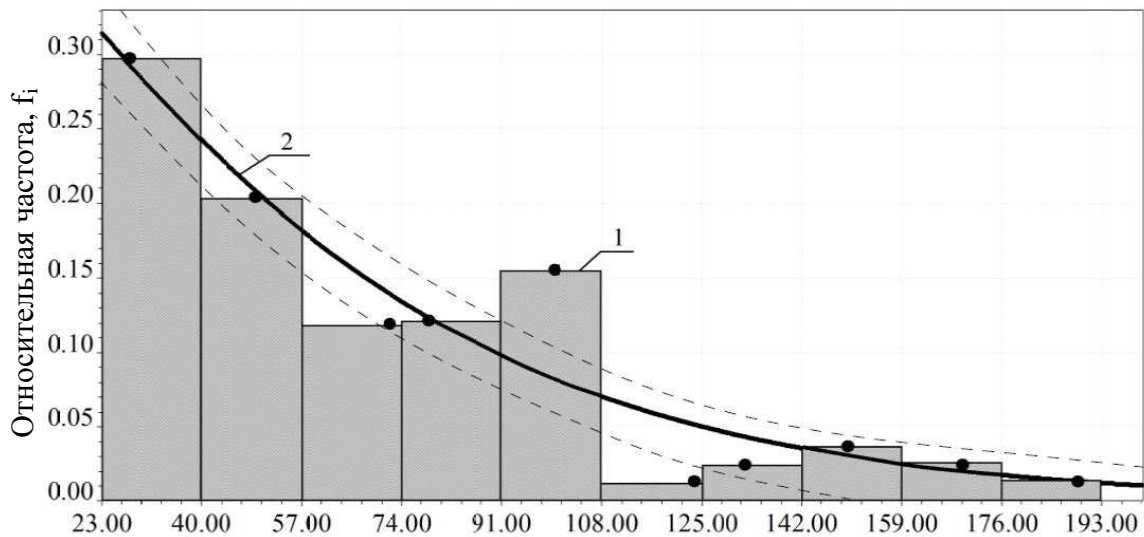
i_{M_e} – величина медианного интервала, 17;

Σf – сумма частот ряда, 84;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному, 25;

f_{M_e} – частота медианного интервала, 17.

Медиана: $M_e = 40 + 17 \cdot [((84/2) - 25)/17] = 57$.



Средние за год удельные расходы воды в интервалах разбиения ряда, л/(сут·чел.)

Рисунок 3.6 – Гистограмма (1) и график (2) дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением (пунктир – границы доверительного интервала)

Кривая дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,031$, $r=0,953$):

$$y = 0,404 \cdot x^{-0,003x}, \quad (3.23)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 23 до 193 л/(сут·чел.));

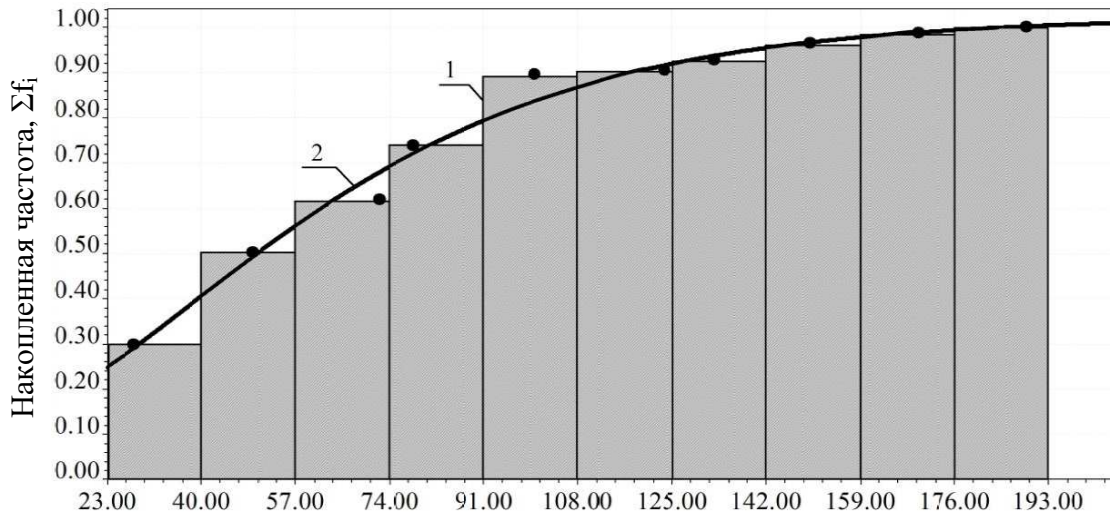
y – относительная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

Кривая интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,033$, $r=0,993$):

$$y = 1,024 \cdot \exp(-2,542 \cdot \exp(-0,025x)), \quad (3.24)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 23 до 193 л/(сут·чел.));

y – накопленная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.



Средние за год удельные расходы воды в интервалах разбиения ряда, л/(сут·чел.)

Рисунок 3.7 – Гистограмма (1) и график (2) интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением

Среднее значение удельного расхода воды равно 67,89 л/(сут·чел.). Ему соответствует обеспеченность 36% ($P=64\%$, точнее $\sum f_i=64\%$).

Таблица 3.8 – Значения удельных расходов воды при заданной обеспеченности для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением

Уравнение регрессии	Заданная обеспеченность	Удельные расходы воды, л/(сут·чел.)
1	2	3
$y=1,024 \cdot \exp(-2,542 \cdot \exp(-0,025x))$	0,20	92
	0,10	119
	0,05	145
	0,01	182

Согласно полученной гистограммы дифференциального распределения (Рис. 3.6) данное распределение можно считать вообще не соответствующим никакому из общеизвестных законов распределения. В какой-то мере можно попытаться использовать показательный закон, либо распределение Пуассона. Выброс в интервале 91-108 л/(сут·чел.) можно считать случайностью.

При числе потребителей 84 человека, проживающих в 34 квартирах (домовладениях) не наблюдается нормального закона распределения согласно [26, 75-77]. Так же наблюдается снижение водопотребления из-за нестабильной подачи воды, аналогично предыдущим исследованиям.

График дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией без ванн с газоснабжением (Рис. 3.6) описывается уравнением $y=0,404 \cdot x^{-0,003x}$.

График интегрального распределения (Рис. 3.7) описывается уравнением $y=1,024 \cdot \exp(-2,542 \cdot \exp(-0,025x))$. Для данной степени благоустройства зданий вероятность превышения удельного водопотребления 92 л/(сут·чел.) составляет 20%, 119 л/(сут·чел.) равна 10%, вероятность превышения 145 л/(сут·чел.) составляет 5%.

Очевидно, что удельные расходы воды значительно меньше, чем в зданиях с ваннами. Впрочем, это вполне ожидаемый результат.

3.4.4 Здания с водопроводом, канализацией, без ванн

Всего обследовано 55 домовладения (55 квартир) данного вида благоустройства (Прил. Б, Табл. Б.4). С учётом отсеивания минимальных и максимальных значений, в обработке участвовали показатели 43 квартир, с численностью проживающих – 110 человек.

Таблица 3.9 – Результаты статистической обработки величин удельного водопотребления для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн

Интервал, л/(сут·чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i \cdot f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20-40	35	28,63	1220,00	34,857	5,904	0,206	0,318	0,318	0,035	9,11	1,96
40-60	23	48,16	831,02	37,773	6,146	0,128	0,209	0,527	0,021	10,07	2,51
60-80	15	68,15	410,87	29,348	5,417	0,079	0,136	0,664	0,015	9,29	2,74
80-100	9	86,15	431,87	53,984	7,347	0,085	0,082	0,745	0,012	7,05	4,80
100-120	9	108,49	338,33	42,291	6,503	0,060	0,082	0,827	0,009	8,88	4,25
120-140	10	128,68	381,09	42,343	6,507	0,051	0,091	0,918	0,008	11,70	4,03

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
140-160	5	143,10	0,00	0,000	0,000	0,000	0,045	0,964	0,007	6,50	0,00
160-180	3	174,17	5,60	2,801	1,674	0,010	0,027	0,991	0,006	4,75	1,89
180-200	1	200,38	0,00	0,000	0,000	0,000	0,009	1,000	0,005	1,82	0,00
Σ	110						1,000				
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут·чел.)										69,17	

Модальный интервал – интервал с наибольшей частотой: 20-40, с частотой 35.

x_{M_o} – минимальная граница модального интервала, 20;

i_{M_o} – величина модального интервала, 20;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующая модальному интервалу, 0;

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным интервалом, 23;

f_{M_o} – частота модального интервала, 35.

Мода: $M_o = 20 + 20 \cdot ((35 - 0) / ((35 - 0) + (35 - 23))) = 34,89$.

Медианный интервал – это интервал, где встречается значение середины ряда: 40–60, с частотой 23.

x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала, 40;

i_{M_e} – величина медианного интервала, 20;

Σf – сумма частот ряда, 110;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному, 35;

f_{M_e} – частота медианного интервала, 23.

Медиана: $M_e = 40 + 20 \cdot [((110/2) - 35) / 23] = 57,39$.

Кривая дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,018$, $r=0,987$):

$$y = 2,022 \cdot (0,989^x) \cdot (x^{(-0,471)}), \quad (3.25)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 200 л/(сут·чел.));

y – относительная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

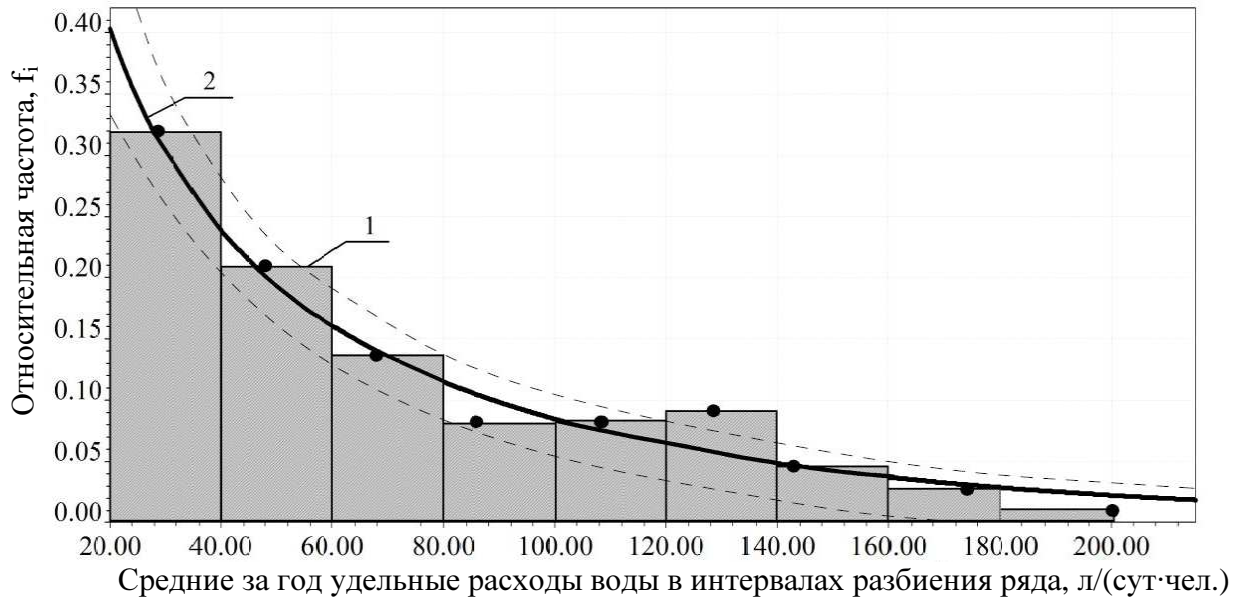


Рисунок 3.8 – Гистограмма (1) и график (2) дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн (пунктир – границы доверительного интервала)

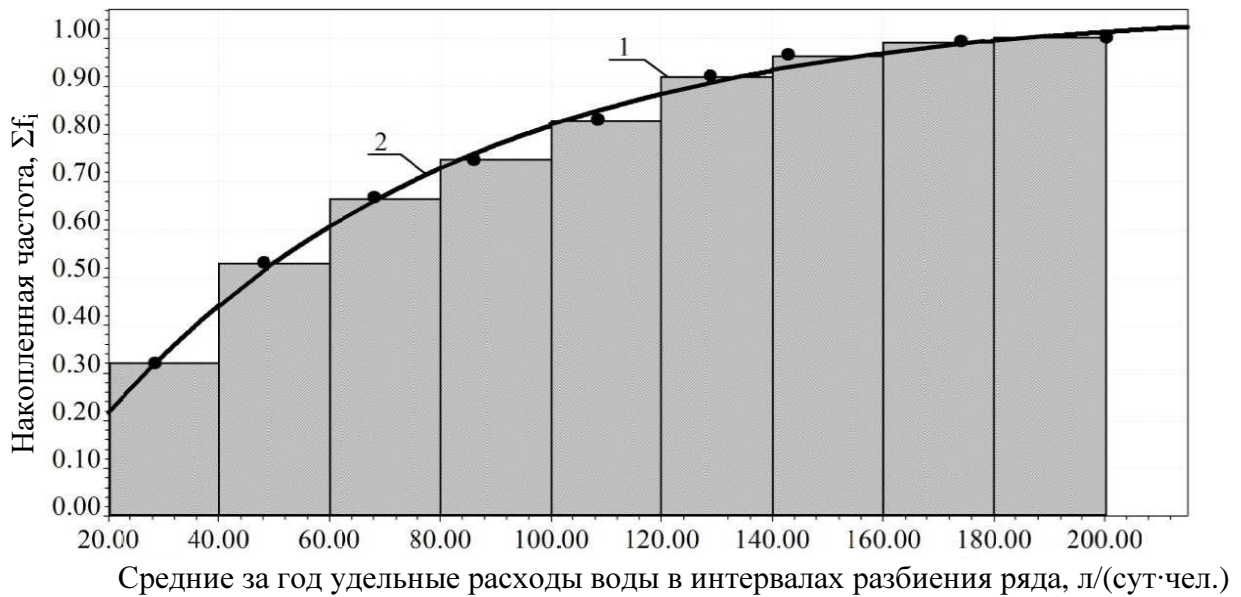


Рисунок 3.9 – Гистограмма (1) и график (2) интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн

Кривая интегрального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,017$, $r=0,998$):

$$y=1,067-1,156 \cdot \exp(-0,015x), \quad (3.26)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 200 л/(сут·чел.));

y – накопленная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

Среднее значение удельного расхода воды равно 69,17 л/(сут·чел.). Ему соответствует обеспеченность 33% ($P=67\%$, точнее $\sum f_i=67\%$).

Таблица 3.10 – Значения удельных расходов воды при заданной обеспеченности для зданий с водопроводом, канализацией без ванн

Уравнение регрессии	Заданная обеспеченность	Удельные расходы воды, л/(сут·чел.)
1	2	3
$y=1,067-1,156 \cdot \exp(-0,015x)$	0,20	95
	0,10	125
	0,05	155
	0,01	184

Согласно полученной гистограммы дифференциального распределения (Рис. 3.8) данное распределение не является нормальным, возможно оно близко к экспоненциальному или распределению Пуассона. При количестве потребителей в 110 человек, проживающих в 43 квартирах (домовладениях), не наблюдается нормального закона распределения согласно [26, 75-77]. Наблюдается снижение водопотребления из-за нестабильной подачи воды, вследствие чего уменьшаются и утечки, нерациональное расходование. Возможно увеличение сливов из-за перерывов в подаче воды, и то они незначительны. График дифференциального распределения удельных расходов воды для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн описывается уравнением $y=2,022 \cdot (0,989^x) \cdot (x^{(-0,471)})$ (Рис. 3.8).

График интегрального распределения (Рис. 3.9) описывается уравнением $y=1,067-1,156 \cdot \exp(-0,015x)$. Для данной степени благоустройства зданий вероятность превышения удельного водопотребления 95 л/(сут·чел.) составляет 20%, 125 л/(сут·чел.) равна 10%, вероятность превышения 155 л/(сут·чел.) составляет 5%. Удельные расходы воды на уровне расходов воды в таких же зданиях без ванн, но с газоснабжением.

3.4.5 Сводная статистическая обработка результатов измерений

С целью сопоставления результатов по квартирам разного уровня благоустройства целесообразно свести величины фактического удельного водопотребления в одну таблицу (Табл. 3.11). Для этого отобраны величины наиболее характерных удельных расходов 20% уровня обеспеченности, здесь же приведены средние удельные расходы.

Таблица 3.11 – Сравнительные данные удельных расходов воды в зависимости от степени благоустройства зданий

N п/п	Степень благоустройства здания	Средний фактический удельный расход воды, л/(сут·чел.)	Удельный расход воды 20% обеспеченности, л/(сут·чел.)	Теоретическая норма (согласно главе 2), л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5
1	С водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями	91,27	106	163
2	С водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе	91,37	127	163
3	С водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением	67,89	92	-
4	С водопроводом и канализацией, без ванн	69,17	95	-

Из общей тенденции несколько выбиваются удельные расходы 20% обеспеченности для зданий с твердотопливными водонагревателями, видимо, это объясняется большими сливами воды, либо большей изношенностью сетей и утечками. В сантехоборудовании именно удельные расходы 80% надежности обеспечения водой населения (20% обеспеченности) считают базисом для нормирования водопотребления населения. В целом здания одинакового благоустройства имеют достаточно близкие величины удельного водопотребления.

Величины расходов 20% обеспеченности для строк 1 и 2 таблицы 3.11 также относительно близки теоретически рассчитанному водопотреблению (163 л/(сут·чел.)) для зданий данной степени благоустройства. Очевидно, расчет был основан на правильных предпосылках, а, возможно, по некоторым

показателям и завышен (Табл. 2.7).

В целом при некруглосуточном водопотреблении наблюдается снижение удельного водопотребления по сравнению с круглосуточным на 35-58% – сравним 106 и 163 л/(сут.чел.) с 250 л/(сут.чел.) при круглосуточном водоснабжении.

Для общего объема данных по городу независимо от степени благоустройства зданий, выполнена обработка результатов для построения графиков статистических функций и дальнейшего сравнения этих результатов с данными водопотребления населения городов с постоянной подачей воды (на примере г. Самара [131]). Основные статистические величины, приведенные в таблице 3.12, гистограммы и графики дифференциального и интегрального распределения представлены на рисунках 3.10-3.11.

Таблица 3.12 – Результаты обработки измерений удельных расходов воды для зданий в целом по городу

Интервал, л/(сут.чел.)	n_i	\bar{x}_i	$\Sigma(x_i - \bar{x}_i)^2$	S^2	S	C_v	f_i	f_Σ	λ	$\bar{x}_i * f_i$	значение доверительного интервала
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20-60	393	37,71	52292,79	133,061	11,535	0,306	0,441	0,441	0,027	16,61	1,14
60-100	231	75,66	30794,45	133,309	11,546	0,153	0,259	0,700	0,013	19,59	1,49
100-140	112	115,41	13839,08	123,563	11,116	0,096	0,126	0,825	0,009	14,49	2,06
140-180	67	157,02	5998,48	89,530	9,462	0,060	0,075	0,900	0,006	11,79	2,27
180-220	45	197,40	3663,76	81,417	9,023	0,046	0,050	0,951	0,005	9,96	2,64
220-260	17	238,65	2361,83	147,614	12,150	0,051	0,019	0,970	0,004	4,55	5,78
260-300	14	274,64	1364,33	104,948	10,244	0,037	0,016	0,985	0,004	4,31	5,37
300-340	5	314,15	199,88	49,970	7,069	0,023	0,006	0,991	0,003	1,76	6,20
340-380	7	360,16	866,20	144,367	12,015	0,033	0,008	0,999	0,003	2,83	8,90
380-420	1	417,81	0,00	0,000	0,000	0,000	0,001	1,000	0,002	0,47	0,00
Σ	892						1,000				
Средневзвешенное значение удельного водопотребления, л/(сут.чел.)										86,37	

Модальный интервал – интервал с наибольшей частотой: 20-60, с частотой 393.

x_{M_o} – минимальная граница модального интервала, 20;

i_{M_o} – величина модального интервала, 40;

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующая модальному интервалу, 0;

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным интервалом, 231;

f_{M_o} – частота модального интервала, 393.

Мода: $M_o = 20 + 40 \cdot ((393 - 0) / ((393 - 0) + (393 - 231))) = 48,32$.

Медианный интервал – это интервал, где встречается значение середины ряда: 60–100, с частотой 231.

x_{M_e} – минимальная граница медианного интервала, 60;

i_{M_e} – величина медианного интервала, 40;

Σf – сумма частот ряда, 892;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот всех интервалов, предшествующих медианному, 393;

f_{M_e} – частота медианного интервала, 231.

Медиана: $M_e = 60 + 40 \cdot [((892/2) - 393) / 231] = 69,18$.

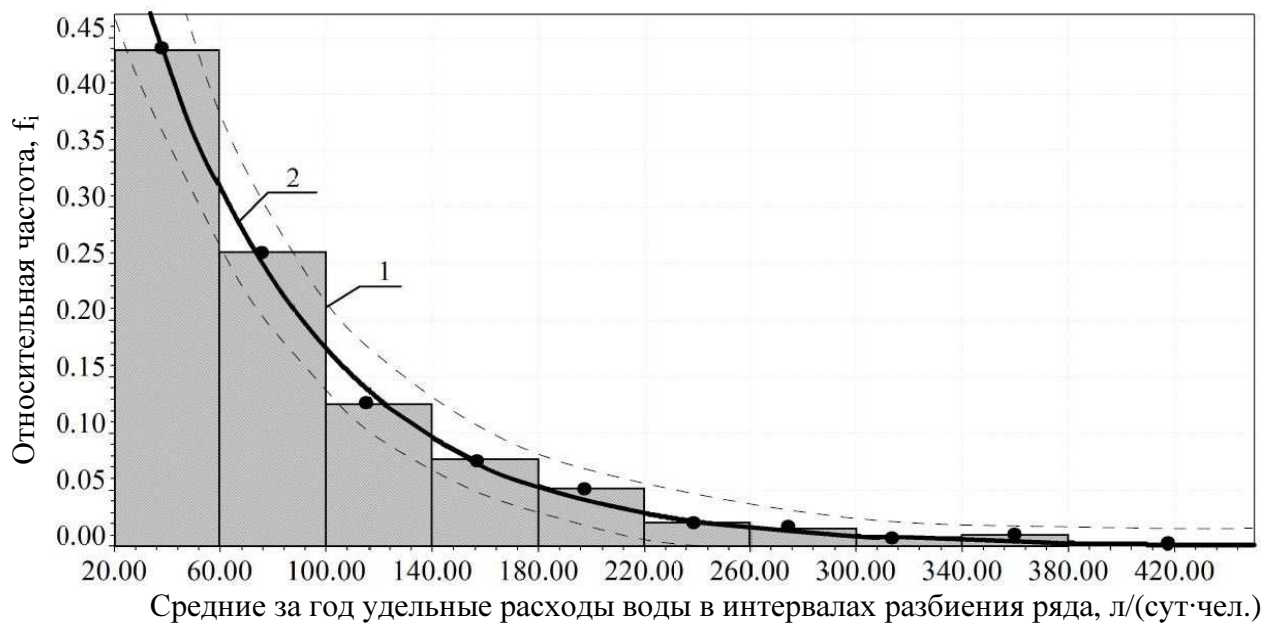


Рисунок 3.10 – Гистограмма (1) и график (2) дифференциального распределения удельных расходов воды в среднем по обследуемому жилью (пунктир – границы доверительного интервала)

Кривая дифференциального распределения удельных расходов воды в среднем по обследуемому жилью аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,006$, $r=0,999$):

$$y = 0,776 \cdot 0,985^x, \quad (3.27)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 420 л/(сут·чел.));

y – относительная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

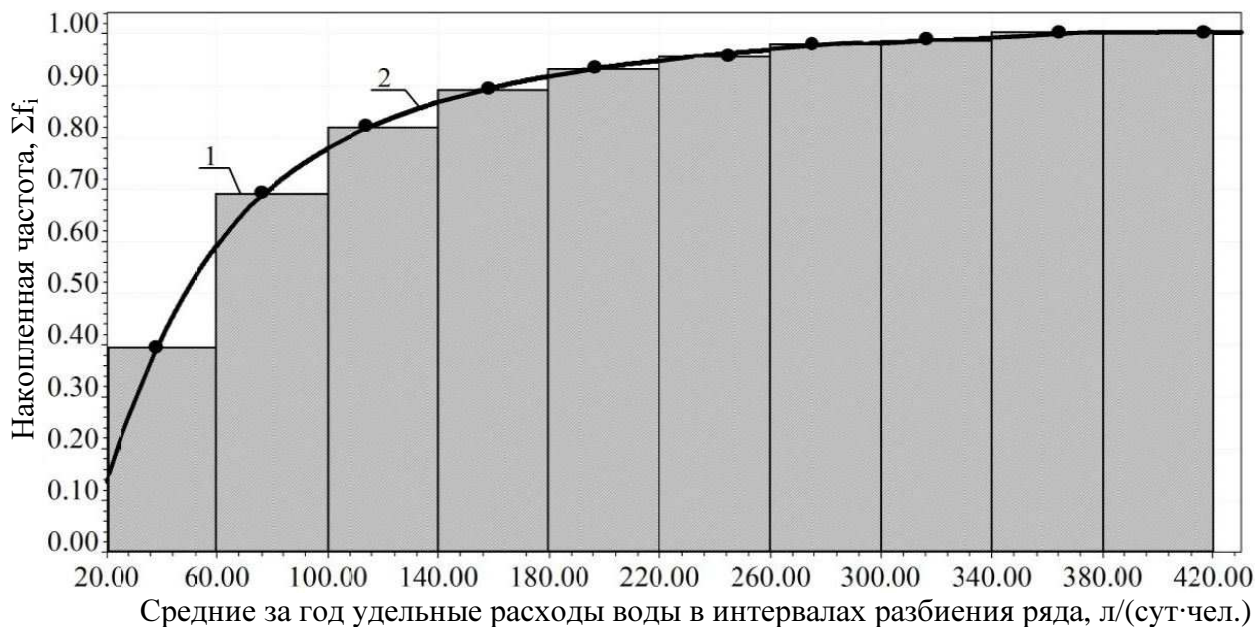


Рисунок 3.11 – Гистограмма (1) и график (2) интегрального распределения

удельных расходов воды в среднем по обследуемому жилью

Кривая интегрального распределения удельных расходов воды в среднем по обследуемому жилью аппроксимируется следующим уравнением ($S=0,004$, $r=0,999$):

$$y = 1,008 - 1,273 \cdot \exp(-0,045 \cdot x^{0,793}), \quad (3.28)$$

где x – средний за год удельный расход воды (пределы изменения от 20 до 420 л/(сут·чел.));

y – накопленная частота распределения средних за год расходов воды в пределах интервала.

Среднее значение удельного расхода воды равно 86,37 л/(сут·чел.). Ему соответствует обеспеченность 27% ($P=73\%$, точнее $\Sigma f_i=73\%$).

Судя по гистограмме дифференциального распределения (Рис. 3.10), наблюдается показательный (экспоненциальный) закон распределения.

График дифференциального распределения удельных расходов воды в среднем по обследуемому жилью (Рис. 3.10) описывается уравнением

$$y=0,776 \cdot 0,985^x.$$

График интегрального распределения (Рис. 3.11) описывается также уравнением $y=1,008-1,273 \cdot \exp(-0,045 \cdot x^{0,793})$.

Для сравнения удельного водопотребления населения городов с постоянной и нестабильной подачей воды воспользуемся результатами исследований водопотребления г. Самара с постоянной подачей воды [131]. Так как в г. Макеевка подача горячей воды отсутствует, рассмотрим удельное водопотребление населения г. Самара, проживающего в зданиях, оборудованных местными водонагревателями. На рисунке 3.12 представлены гистограммы распределения удельных расходов холодной воды в районах города [131]. На данном рисунке высота столбца h_i определена как отношение f_i/h , где f_i – относительная частота, а h – интервал класса [131].

Как видно из графиков (Рис. 3.12) [131], дифференциальное распределение при постоянной подаче воды является нормальным, а при некруглосуточной подаче (Рис. 3.2, 3.3, 3.10) показательным (экспоненциальным). Максимум в гистограмме распределения при некруглосуточной подаче смещается к низким величинам удельного водопотребления.

Кроме того, удельные расходы воды при постоянной подаче значительно выше, чем при некруглосуточной, т.е. 275-375 л/(сут·чел.) по сравнению со 106 и 127 л/(сут·чел.) в г. Макеевка при 20% обеспеченности. Разница более чем в 2,5 раза.

Причиной превышения является, видимо, значительное снижение утечек воды при некруглосуточной подаче, а также уменьшение нерациональных расходов. При разработке норм водопотребления этот факт обязательно следует учитывать. В главе 4 (п. 4.4) данной работы осуществлен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины при постоянной и некруглосуточной подаче воды.

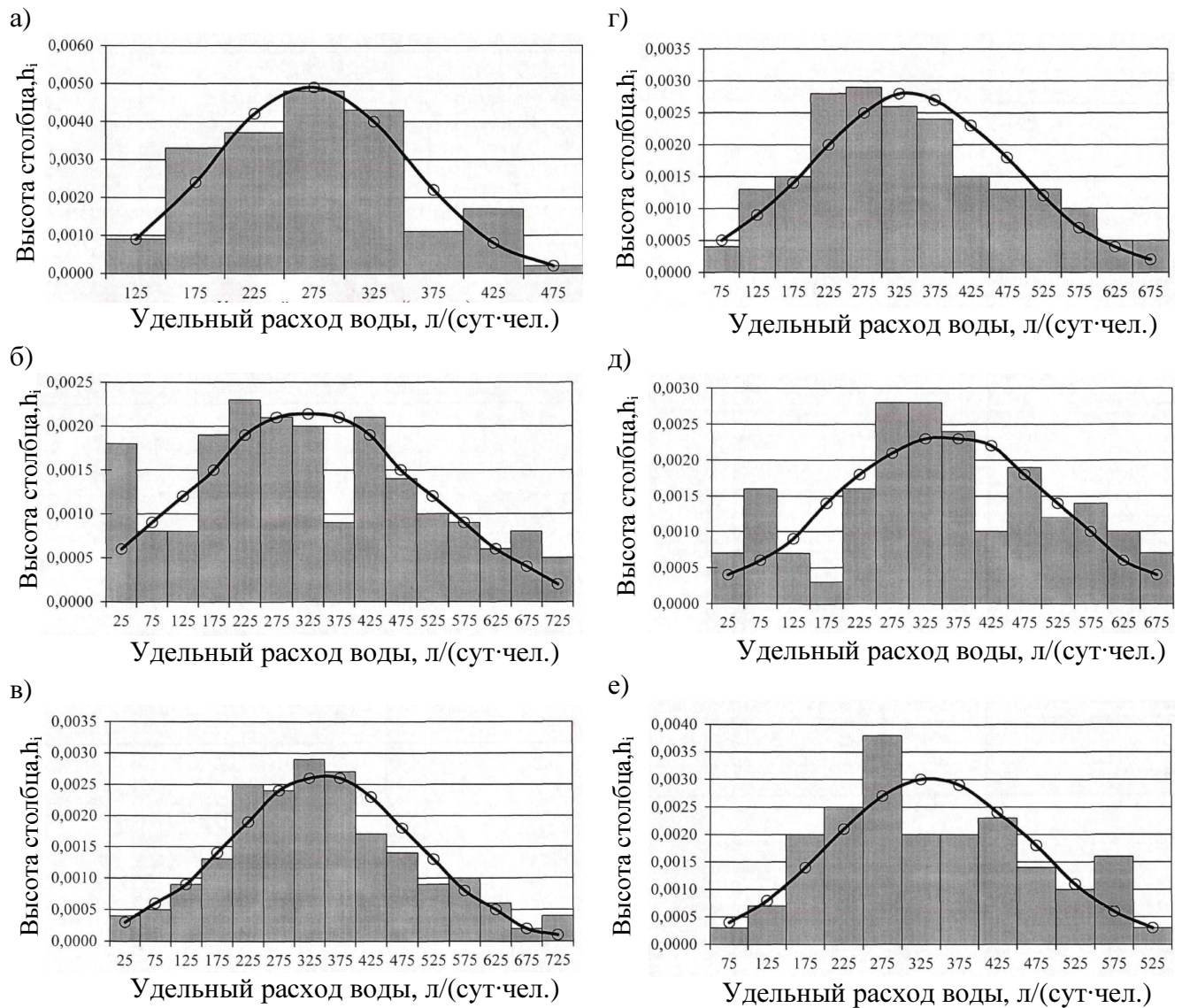


Рисунок 3.12 – Гистограммы и графики распределения удельных расходов холодной воды в районах г. Самара в жилых зданиях, оборудованных водопроводом и канализацией с ваннами и местными водонагревателями [131]: а) в Железнодорожном районе; б) в Октябрьском районе; в) в Ленинском районе; г) в Самарском районе; д) в Кировском районе; е) в Промышленном районе

В процессе исследования было выявлено снижение водопотребления при возрастании численности семьи независимо от степени благоустройства жилого здания, в котором проживает данная семья.

В приложении В (Табл. В.1 – В.4) приведены средние удельные расходы воды в зависимости от заселенности квартир по четырем степеням благоустройства.

В таблице 3.13 приведены средние удельные расходы воды по четырем видам благоустройства с различной степенью заселенности квартиры.

Таблица 3.13 – Средние удельные расходы воды в зависимости от степени заселенности квартиры при разных степенях благоустройства жилого здания

Численность семьи, чел.	Средний расход на одного человека, л/сут			
	с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями (действующая норма – 320 л/(сут·чел.))	с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе (действующая норма - 240 л/(сут·чел.))	с водопроводом, канализацией без ванн с газоснабжением (действующая норма – 170 л/(сут·чел.))	с водопроводом, канализацией без ванн (действующая норма – 150 л/(сут·чел.))
1	2	3	4	5
1	147,89	157,22	117,88	111,73
2	105,63	120,39	65,24	68,11
3	76,99	80,83	44,46	59,33
4	59,13	56,60	61,56	19,78
5	42,21	52,36	49,51	51,26
6	65,85	63,00	-	-
7	-	-	27,79	-

Как видно из приведенной таблицы, наблюдается значительное снижение общего водопотребления семьей при увеличении состава проживающих, а также превышение действующих нормативов над реальным водопотреблением. При переходе от двух человек к четырем в составе семьи общее снижение составляет 2-2,5 раза. В частности, расходы воды на уборку квартиры, стирку, приготовление пищи и, особенно, утечки относительно мало возрастают при увеличении численности семьи. В свое время изучению влияния заселенности на величину водопотребления с учетом постоянной подачи воды были посвящены работы [132-135].

Выводы по главе 3:

1. Проведен цикл измерений фактического водопотребления населением г. Макеевка в домах разной степени благоустройства, определено фактическое удельное водопотребление на одного человека в сутки в условиях

некруглосуточной подачи воды. Всего охвачено 406 квартир, расходы измерялись в течение одного календарного года.

2. Собран значительный объем материалов (по данным абонентского отдела горводоканала) по фактическому водопотреблению в г. Макеевка при некруглосуточной подаче воды. В результате статистической обработки величин удельного водопотребления холодной воды в жилом секторе, определенных по показаниям квартирных водомеров, построены гистограммы и графики дифференциального и интегрального распределения в зданиях разной степени благоустройства. Выявлен показательный закон дифференциального распределения фактических удельных расходов воды на одного человека в сутки. Это является отличительной чертой некруглосуточной подачи воды, поскольку при круглосуточной подаче дифференциальное распределение подчиняется нормальному закону.

3. Определены средневзвешенные и 20% обеспеченности удельные расходы воды для зданий четырех типов благоустройства. Эти расходы оказались равны соответственно:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями 91,27 и 106 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе 91,37 и 127 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением 67,89 и 92 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн 69,17 и 95 л/(сут·чел.).

4. Выявлено, что удельные расходы 20% обеспеченности для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами достаточно близки к теоретически рассчитанной величине (163 л/(сут·чел.)) для режима некруглосуточного водоснабжения. Это свидетельствует о высокой достоверности теоретических предпосылок, а также о целесообразности использования в дальнейших расчетах именно удельных расходов 20% обеспеченности.

5. Удельные расходы воды в зданиях при некруглосуточной подаче воды оказались, в среднем, на 35-58% ниже, чем для режима круглосуточной подачи воды. Об этом же свидетельствует и сравнение удельного водопотребления в городах Макеевка и Самара.

6. В процессе исследования было выявлено снижение удельного водопотребления при возрастании численности семьи независимо от степени благоустройства жилого здания. При численности семьи четыре человека удельное водопотребление практически в 3 раза меньше, чем в семье из одного человека.

7. Полученные закономерности и достоверность теоретических предпосылок могут служить научным обоснованием для расчета норм водопотребления в населенных пунктах с некруглосуточной подачей воды.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. МАКЕЕВКА В УСЛОВИЯХ НЕКРУГЛОСУТОЧНОЙ ПОДАЧИ ВОДЫ И СРАВНЕНИЕ ИХ С ФАКТИЧЕСКИМ УДЕЛЬНЫМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Научно обоснованные нормативы (нормы) питьевого водоснабжения для населения г. Макеевка позволяют установить необходимые объемы поставок питьевой воды, а также определить объемы ее потребления в случае отсутствия или временной неисправности средств учета. Такие нормативы необходимы для правильного определения величины затрат на оказание услуг по водоснабжению и водоотведению населения г. Макеевка, их наличие требует «Порядок разработки и утверждения нормативов питьевого водоснабжения» [56].

Для г. Макеевка нами в 2006 г. и 2010 г. [136, 137] были разработаны нормативы водопотребления населением согласно Порядка [56] и Методики [57] с учетом постоянной подачи воды. В нынешних условиях при некруглосуточной подаче воды необходимо заново выполнить расчет норм по двум ранее проанализированным методикам и результатам настоящих исследований, а именно:

- по модели, разработанной НИИ КВОВ АКХ, действующей в России и Республике Казахстан [54, 55];
- по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ, действующей в Украине [57];
- по результатам исследований, изложенных в разделе 3.

4.1 Факторы, влияющие на водопотребление населением в жилом фонде г. Макеевка

На величину удельного водопотребления населением в жилом фонде влияет много факторов, из которых наибольшее значение имеют:

- степень благоустройства жилья (наличие канализации, ванн, газа, централизованного горячего водоснабжения и т.п.);
- климатические условия (главным образом влажность и температура наружного воздуха);
- надежность (бесперебойность) водоснабжения (при регулярном круглосуточном снабжении водой население не образует запасов воды, а при поставке по графику или при его нарушении – постоянно после пользования ванной набирается запас воды, который при наличии воды в водопроводе, будет сброшен в канализацию без использования);
- экологическое положение в населенном пункте (запыленность атмосферы, например, в городах Донбасса – угольной пылью и дымом);
- качество поданной воды (при ухудшении качества воды (ил, ржавчина, запах и т.п.) водопотребление повышается, поскольку население сливает воду и ожидает поступления воды лучшего качества);
- характер деятельности населения (например, шахтерам, работникам предприятий, производящих строительные материалы нужно значительно больше воды для мойки и стирки, чем представителям других профессий);
- уровень санитарной гигиены и общей культуры населения, наличие и характер местных водоемов для рекреации;
- заселенность квартир (количество жителей в квартире);
- наличие цветников на балконах и под окнами на придомовой территории;
- наличие у жителей домашних животных и рыб (особенно больших собак, вместительных аквариумов и т.п.);
- величина свободного напора перед водоразборной арматурой (так, увеличение напора на 10 м вод.ст. приводит к повышению водопотребления на 10-15%);
- техническое состояние санитарно–технической водоразборной арматуры, особенно арматуры сливных бачков унитазов и связанный с этим уровень утечек (уровень утечек может достигать 80% от подачи воды в дом);

- типы и емкость смывных бачков унитазов, типы душей и водоразборной арматуры (так, емкость смывного бачка может быть от 8 до 16 л, что определяет колебания полезного расхода воды на смыв унитаза на одного человека в сутки от 40 до 80 л);

- температура горячей воды и охлаждение горячей воды в трубопроводах от водонагревателя до потребителя (при недостаточной температуре горячей воды население будет сливать ее и ожидать воды более теплой, а при длительных остановках и неработающей системе циркуляции вода в трубопроводах будет значительно охлаждаться и при открытии крана население будет сливать воду до появления теплой воды – это может привести к значительному повышению водопотребления);

- культура водопользования и привычка к экономному расходованию воды (у населения России, Украины нет навыков экономного расходования воды как, например, в странах Западной Европы, существует привычка все делать под струей воды, что в несколько раз повышает расход воды на бытовые цели);

- наличие и степень развития сферы услуг (прачечные, химчистки и т.д.);

- наличие поквартирного учета холодной и горячей воды (при установке квартирных счетчиков расход воды уменьшается на 40-50%);

- величина тарифа на воду и ее подогрев (при повышении тарифов жители становятся более экономными);

- наличие квартирных регуляторов и ограничителей расхода воды, специальной экономно водоразборной арматуры (смесителей с термостатами, которые обеспечивают заданную температуру сразу же после пуска воды, порционной арматуры, которая выдает после нажатия кнопки определенный объем воды и т.п.);

- наличие у населения современных стиральных и посудомоечных машин и т.д.

Таким образом, на уровень удельного водопотребления населением в жилом секторе влияют многочисленные факторы, которые однозначно учесть весьма затруднительно.

4.2 Основные требования к разработке нормативов питьевого водоснабжения населения и подготовительные работы к проведению расчета нормативов водоснабжения

При разработке нормативов учитываются:

- требования, установленные пунктом 5 [56]: район и условия проживания, степень оборудования зданий и квартир средствами учета потребления питьевой воды; уровень культуры водопользования; обеспечение населенного пункта водными ресурсами и мощностями по очистке и подаче питьевой воды и т. п.;
- действующие нормы водопотребления, установленные в данном населенном пункте;
- графики подачи воды, утвержденные местным органом самоуправления;
- количество воды, фактически потребленной населением в предыдущие три года;
- численность постоянного населения города с дифференциацией по уровням благоустройства жилья с холодным и горячим водоснабжением;
- данные выборочных приборных измерений количества фактически потребленной питьевой воды жителями данного населенного пункта в домах с разной степенью благоустройства.

Основные подготовительные работы к проведению расчета нормативов водоснабжения, а также проведение выборочных приборных измерений фактического водопотребления населением подробно изложены выше в п. 3.1.

4.3 Расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка согласно «Методическим рекомендациям по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанным НИИ КВОВ АКХ (для условий некруглосуточной подачи воды)

Для расчета норм водопотребления г. Макеевка используем современную действующую с 2012 г. в Республике Казахстан «Методику определения

эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» на основе [54] НИИ КВОВ АКХ (далее Методика ЭНВН). Централизованное горячее водоснабжение в г. Макеевка отсутствует, вода подается согласно графика. Методика скорректирована с учетом результатов исследований, изложенных в разделе 3. По результатам исследований в данную методику внесены следующие корректировки:

- фактический удельный ночной расход и удельный полезный ночной расход целесообразно принимать равными нулю, в связи с отсутствием подачи воды в ночное время;

- величины утечек при некруглосуточной подаче следует умножать на коэффициент $t/24$, где t – суммарное время подачи воды в сутки или учитывать потери воды из внутридомовой сети в размере 15% от общего объема поданной воды в здание.

Расчет выполнен в соответствии с Примером №1, п.8.1 [55]. Информация о распределении воды по жилому фонду приведена в таблице 4.1 на основании приложения Б (Табл. Б.1 – Б.4).

Таблица 4.1 – Данные о распределении воды по обследуемому частному сектору города

№ п/п	Степень благоустройства жилищного фонда	Относительная величина удельного водопотребления, согласно прил. 2, табл. 1 [55]	Число жителей, чел.	Число жителей, в % от суммарного количества жителей в обследуемых зданиях	Произведение граф 3×5	Расчетное распределение воды, в % от суммарной величины столбца 6
1	2	3	4	5	6	7
1	Водопровод, канализация, ванны, горячее водоснабжение, с газовыми водонагревателями	0,8	587	55,17	44,14	56,24
2	То же с водонагревателями, работающими на твердом топливе	0,65	244	22,93	23,58	30,05

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7
3	Водопровод, канализация, без ванн, горячее водоснабжение, с газовыми водонагревателями	0,55	96	9,02	4,96	6,32
4	Холодное водоснабжение, канализация	0,45	137	12,88	5,8	7,39
	Общее количество		1064	100	78,48	100

Согласно данных таблицы 4.1, целесообразно определение фактического эксплуатационного водопотребления на основе натуральных и выборочных измерений только для населения, проживающего в зданиях с водопроводом, канализацией, ванными, горячим водоснабжением, с газовыми водонагревателями (2 степень благоустройства согласно [55]), поскольку на него приходится основная часть потребляемой воды. Для остальных степеней благоустройства фактическое удельное водопотребление устанавливается пересчетом [55].

Из 225 зданий второй степени благоустройства выбраны 189, данные по выборке приведены в приложении Г (Табл. Г.1).

В отобранных зданиях вода подается по графику – с 6.00 до 10.00 и с 18.00 до 22.00 часов. Давление на вводах в здания колеблется от 10 до 60 м в зависимости от района водоподачи. Среднее давление на вводе в каждое здание $H_{вв.ср.}$ принимаем 40 м.

Эффективный напор на вводе в каждое здание рассчитываем по формуле 4.1

$$H_{эф} = H_{вв.ср.} - 0,5 \cdot H_{зд}, \text{ м.} \quad (4.1)$$

$$H_{эф} = 40 - 0,5 \cdot 2,8 = 26 \text{ м}$$

Среднесуточное удельное водопотребление в каждом доме определяем по формуле

$$q_{сут.фак.} = 1000 \cdot \Sigma q_{сут.зд} / T \cdot N, \quad (4.2)$$

где $\Sigma q_{сут.зд}$ - суммарный расход воды, поданный в систему водоснабжения жилого дома за весь цикл измерений, м³;

T – общее число суток за весь цикл измерений, сут;

N – число жильцов в жилом доме, чел.

Среднесуточное ночное удельное водопотребление в каждом жилом доме определяем по формуле

$$q_{н.фак.} = 1000 \cdot \Sigma q_n / \Sigma t_n \cdot N, \quad (4.3)$$

где Σq_n – сумма ночных расходов воды за период между 1 часом и 4 часами ночи за весь цикл измерений, м³;

Σt_n – общее число часов между 1 часом и 4 часами ночи за весь цикл измерений с точностью до 1 минуты.

Размер величины общих утечек воды за сутки определяется согласно [90] по эмпирической зависимости

$$q_{ут.сут.} = 2l \cdot (q_{н. фак.} - q_{н. пол.}) \cdot N, \quad (4.4)$$

где $q_{н. фак.}$ – фактический удельный ночной расход с 1 до 4 часов утра, л/(ч·чел.);

$q_{н. пол.}$ – удельный полезный ночной расход (при постоянной подаче воды $q_{н. пол.} = 0,2$ л/(ч·чел.).

В ночные часы в период с 22.00 до 6.00 вода потребителям не подается, поэтому принимаем $q_{н.фак.}$ и $q_{н. пол.}$ равными нулю.

Принимаем согласно исследований, потери из внутридомовых сетей в размере 15% от общего объема поданной воды в здание. Тогда фактический удельный эксплуатационный расход воды в доме определяется по формуле 4.5

$$q_{ф.}^{\circ} = q_{сут.фак.} + 0,15 q_{сут.фак.}, \quad (4.5)$$

где $q_{сут.фак.}$ – среднесуточный расход воды в здании в расчете на одного жителя, л/(сут·чел.);

Результаты проведенных вычислений сведены в таблицу Г.2 приложения Г.

Для зданий с водопроводом, канализацией, ваннами, горячим водоснабжением, с газовыми водонагревателями получены следующие средние основные показатели (согласно таблицы Г.2 приложения Г):

- фактическое водопотребление жителями, $q_{сут.} = 91,27$ л/(сут·чел.);
- удельный ночной фактический расход воды, $q_{н. фак.} = 0$ л/(ч·чел.);
- утечка воды за сутки на одного человека составила, $q_{ут.}^y = 13,69$ л/(сут·чел.);
- фактический эксплуатационный расход составил, $q_{сут.}^{фак} = 104,96$ л/(сут·чел.);

- фактический напор на вводе в здание, $H_{факт} = 40$ м;
- эффективный напор воды, $H_{эф} = 26$ м;
- коэффициент численности жителей в квартире, $\Pi = 2,62$ чел./кв.

Систематизация исследований по объектам выборки приведена в таблице Г.3 приложения Г.

Согласно Решения исполнительного комитета Макеевского городского совета утверждены нормы потребления питьевой воды потребителями г.Макеевка (Прил. А):

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями – 320 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе – 240 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением – 170 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн – 150 л/(сут·чел.).

Для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями (2 степень благоустройства [55]) удельное суточное водопотребление зафиксировано в пределах от 417,81 л/(сут·чел.) до 20,89 л/(сут·чел.).

Фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями составило соответственно 91,27 и 104,96 л/(сут·чел.), что составляет 28,5% утвержденной нормы.

Для рассмотренной выборки жилых домов:

$$b_1 = 20,5 - 0,007 q_{сут}^{фак} = 20,5 - 0,007 \cdot 104,96 = 19,8;$$

$$b_2 = 0,0065 q_{сут}^{фак} = 0,0065 \cdot 104,96 = 0,68;$$

$$b_3 = -(5 + 0,02 q_{сут}^{фак}) = -5 - 0,02 \cdot 104,96 = -7,1;$$

$$b_0 = q_{сут}^{фак} - (b_1 \cdot q_n^{фак} + b_2 \cdot H_{эф}^{фак} + b_3 \cdot \Pi^{фак}) = 104,96 - (19,8 \cdot 0 + 0,68 \cdot 26 - 7,1 \cdot 2,62) = 105,88 \text{ л/(сут·чел.)}.$$

Рекомендуемая по Методике ЭНВН эксплуатационная норма водопотребления населением в жилых домах с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями определяется по уравнению (Форм. 1.4)

$$q_{энвн} = b_0 + b_1 \cdot q_{н.норм.} + b_2 \cdot H_{эф}^{фак} + b_3 \cdot П^{фак} = 105,88 + 19,8 \cdot 0 + 26 \cdot 0,68 - 7,1 \cdot 2,62 = 104,96 \text{ л/((сут}\cdot\text{чел.))}.$$

Очевидно, что методика дает результаты, соответствующие среднему удельному водопотреблению, но не соответствующие удельному расходу 20% обеспеченности (106 л/((сут·чел.))), но достаточно близкой к ней.

При существующем учете воды и уровне эксплуатации систем внутреннего водоснабжения и водоотведения жилых домов эта норма ниже утвержденной нормы водопотребления (320 л/((сут·чел.))) на 72% и равна среднему фактическому водопотреблению.

Теоретически, согласно приведенных теоретических величин удельного водопотребления в прил. 2 таблицы 1 [55], можно предположить, что 1 степени благоустройства [55] будет соответствовать суточный расход $(1 \cdot 104,96) / 0,8 = 131,2 \text{ л/((сут}\cdot\text{чел.))}.$

Для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе (3 степень благоустройства [55]), удельное суточное водопотребление зафиксировано в пределах от 349,32 л/((сут·чел.)) до 20,37 л/((сут·чел.)).

Фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма для жителей домов с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, составляет соответственно 91,37 и 105,08 л/((сут·чел.)), что на 62 % меньше утвержденной (240 л/((сут·чел.))).

Рекомендуемая по Методике ЭНВН эксплуатационная норма водопотребления населением для жилых домов с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, составляет: $131,2 \cdot 0,65 = 85,28 \text{ л/((сут}\cdot\text{чел.))}.$ Это меньше утвержденной нормы (240 л/((сут·чел.))) на 65%.

Для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением (4 степень благоустройства [55]) удельное суточное водопотребление зафиксировано в пределах от 189,04 л/(сут·чел.) до 23,49 л/(сут·чел.).

Фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма для жителей домов четвертой степени благоустройства составляет соответственно 67,89 и 78,08 л/(сут·чел.), что на 60% меньше утвержденной.

Рекомендуемая по Методике ЭНВН эксплуатационная норма водопотребления населением для жилых домов 4 степени благоустройства составляет: $131,2 \cdot 0,55 = 72,16$ л/(сут·чел.). Это меньше утвержденной нормы (170 л/(сут·чел.)) на 58 %.

Для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн (5 степень благоустройства [55]) удельное суточное водопотребление зафиксировано в пределах от 200,38 л/(сут·чел.) до 20,41 л/(сут·чел.).

Фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма для жителей домов с водопроводом и канализацией, без ванн составляет соответственно 69,17 и 79,55 л/(сут·чел.), что на 54 % меньше утвержденной.

Рекомендуемая по Методике ЭНВН эксплуатационная норма водопотребления населением для жилых домов с водопроводом и канализацией, без ванн составляет: $131,2 \cdot 0,45 = 59,04$ л/(сут·чел.). Это меньше утвержденной нормы (150 л/(сут·чел.)) на 61 %.

Согласно номограмме из [55], приведенной ниже на рисунке 4.1, ЭНВН на одного человека для квартир заселенностью П в пределах от 1 до 6 чел./квартиру при эффективном напоре воды $H_{эф} = 26$ м лежит в пределах от 200 до 145 л/(сут·чел.).

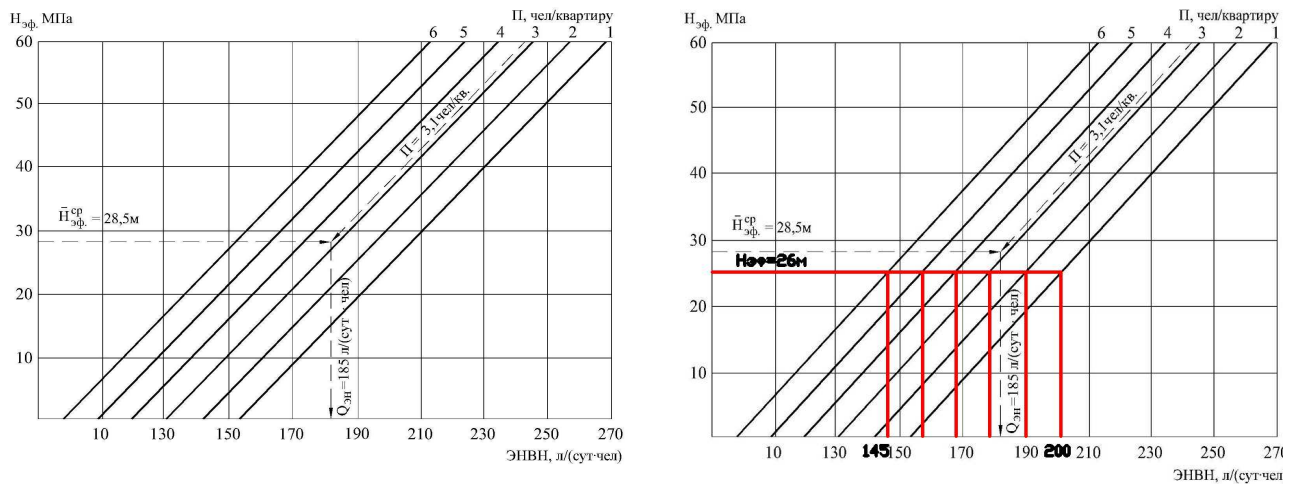


Рисунок 4.1 – Номограмма для определения ЭВН

Полученные эксплуатационные нормы водопотребления для населения города при некруглосуточной подаче воды для всех степеней благоустройства зданий значительно ниже нормируемых.

4.4 Расчет научно обоснованных норм водопотребления населения г. Макеевка по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины.

Согласно [136, 137] с учетом Порядка [56] и «Методики определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины [57] (далее Методика ГАЖКХ) при формировании нормы водопотребления на одного человека в сутки (в литрах) необходимо учитывать следующие составляющие:

- расходы воды, полученные согласно [57] после статистической обработки данных измерительных приборов;
- потери воды из внутридомовой сети (л/(сут·чел.)): среднемировой уровень внутридомовых потерь воды в многоквартирных домах составляет около 15% от количества поданной воды в здание согласно [116, 117];
- норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем согласно [58] по формуле

$$Q_{н.о} = W_1 + W_2, \text{ тыс.м}^3/\text{год.} \quad (4.6)$$

Недоучет воды квартирными средствами учета определяется по формуле

$$W_1 = 365 \cdot 6 \cdot N_{\text{кв}} \cdot q_i \cdot p, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.7)$$

где 6 – количество часов, в течение которых потребители не пользуются водой, при условии, что все водоразборные устройства закрыты;

$N_{\text{кв}}$ – количество квартирных средств учета воды по данным водоканала, шт.;

q_i – минимальные расходы воды, которые считаются квартирным средством учета воды i -го типа по паспортным данным ($0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$);

p – нормативная часть водоразборной арматуры, которая имеет утечки меньше, чем q_i (рекомендуется принимать не больше 0,2).

$$W_1 = 365 \cdot 6 \cdot 98691 \cdot 0,02 \cdot 0,2 = 864533,16 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Коммерческие расходы воды определяется по формуле

$$W_2 = 0,1 \cdot Q_{\text{кв}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.8)$$

где $Q_{\text{кв}}$ – количество воды, которое реализовано по показаниям квартирных водосчетчиков по данным водоканала, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$W_2 = 0,1 \cdot 5435,6 = 543,56 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}.$$

Таким образом, норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем составляет: $Q_{\text{н.о}} = W_1 + W_2 = 864,53 + 543,56 = 1407,9 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}$.

Численность абонентов Водоканала, обслуживаемых через квартирные водосчетчики, 233733 человека.

Следовательно, расходы воды, незарегистрированные водоизмерительными приборами через нечувствительность их к малым расходам воды и из-за ухудшения метрологических характеристик водомеров в процессе эксплуатации и коммерческих расходов составляет в среднем на человека 16,5 л/сут: $(1407900/233733)/0,365$, где 0,365 – переводной коэффициент, (365 дн./1000 л).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом с ванной с электро-, газовыми плитами, газовыми колонками (норма, утвержденная местным советом – 320 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 91,27 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);

2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 91,27 = 13,69$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 16,5 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 121,46 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом с ванной с печным отоплением (норма, утвержденная местным советом – 240 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 91,37 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 91,37 = 13,71$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 16,5 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 121,58 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом без ванн с электро–, газовыми плитами (норма, утвержденная местным советом – 170 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 67,89 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 67,89 = 10,18$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 16,5 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 94,57 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом, без ванн, с печным отоплением (норма, утвержденная местным советом – 150 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 69,17 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 69,17 = 10,38$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 16,5 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 99,86 л/(сут·чел.).

Расчет нормативов питьевого водоснабжения г. Макеевка сведен в таблицу Г.4 приложения Г.

Фактическое водопотребление для жителей, проживающих в зданиях с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями (320 л/(сут·чел.)) составило 121,46 л/(сут·чел.), что на 62% меньше утвержденной.

Фактическое водопотребление для жителей, проживающих в зданиях с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, (240 л/(сут·чел.)) составило 121,58 л/(сут·чел.), что на 49% меньше утвержденной.

Фактическое водопотребление для жителей, проживающих в зданиях с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением (170 л/(сут·чел.)) составило 94,57 л/(сут·чел.), что на 44% меньше утвержденной.

Фактическое водопотребление для жителей, проживающих в зданиях с водопроводом и канализацией, без ванн (150 л/(сут·чел.)) составило 99,86 л/(сут·чел.), что на 33% меньше утвержденной.

Для сравнения выполним аналогичный расчет научно обоснованных норм водопотребления населения г. Макеевка по Методике ГАЖКХ при постоянной подаче воды.

Согласно [136, 137] с учетом Порядка [91] и Методике ГАЖКХ [57] при формировании нормы водопотребления на одного человека в сутки (в литрах) необходимо учитывать следующие составляющие:

- расходы воды, полученные согласно [57] после статистической обработки данных измерительных приборов;
- потери воды из внутридомовой сети (л/(сут·чел.)): среднемировой уровень внутридомовых потерь воды в многоквартирных домах составляет около 15% от количества поданной воды в здание согласно [116, 117];

– норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем согласно [58] по формуле 4.6.

Недоучет воды квартирными средствами учета, $\text{м}^3/\text{год}$, определяли по формуле 4.7

$$W_1 = 365 \cdot 22 \cdot 98691 \cdot 0,02 \cdot 0,2 = 3169954,92 \text{ м}^3 / \text{год} ,$$

где 22 – количество часов, в течение которых потребители не пользуются водой, при условии, что все водоразборные устройства закрыты;

$N_{\text{кв}}$ – количество квартирных средств учета воды по данным водоканала, шт.;

q_i – минимальные расходы воды, которые считаются квартирным средством учета воды i -го типа по паспортным данным ($0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$);

p – нормативная часть водоразборной арматуры, которая имеет утечки, меньшие чем q_i (рекомендуется принимать не больше 0,2).

Коммерческие расходы воды, $\text{м}^3/\text{год}$, определяют по формуле 4.8

$$W_2 = 0,1 \cdot 5435,6 = 543,56 \text{ тыс. м}^3 / \text{год} ,$$

где $Q_{\text{кв}}$ – количество воды, которое реализовано по показаниям квартирных водосчетчиков по данным водоканала, $\text{м}^3/\text{год}$.

Таким образом, норматив неучтенные расходы из внутридомовых систем составляют: $Q_{\text{н.о}} = W_1 + W_2 = 3169,95 + 543,56 = 3713,52 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}$.

Следовательно, расходы воды, незарегистрированные водоизмерительными приборами через нечувствительность их к малым расходам воды и из-за ухудшения метрологических характеристик водомеров в процессе эксплуатации и коммерческих расходов составляет в среднем на человека 44 л/сут: $(3713520/233733)/0,365$, где 0,365 – переводной коэффициент, (365 дн./1000 л).

Средние значения удельного водопотребления для зданий четырех видов благоустройства приведены в таблице Г.4 приложения Г.

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом, с ванной, с электро–, газовыми плитами, газовыми колонками (норма, утвержденная местным советом – $320 \text{ л}/(\text{сут} \cdot \text{чел.})$ [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 91,27 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 91,27 = 13,69$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 44 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 148,96 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом, с ванной, с печным отоплением (норма, утвержденная местным советом – 240 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 91,37 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 91,37 = 13,71$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 44 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 149,08 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом, без ванн, с электро–, газовыми плитами (норма, утвержденная местным советом – 170 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 67,89 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 67,89 = 10,18$ л/(сут·чел.);
3. неучтенные расходы воды составляют 44 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 122,07 л/(сут·чел.).

Расчет нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домах с водопроводом, без ванн, с печным отоплением (норма, утвержденная местным советом – 150 л/(сут·чел.) [138]):

1. по статистической обработке для данной степени благоустройства средний расход воды на одного человека составляет 69,17 л/сут (Прил. Г, Табл. Г.4);
2. потери воды из внутридомовой сети – $15\% \cdot 69,17 = 14,19$ л/(сут·чел.);

3. Неучтенные расходы воды составляют 44 л/(сут·чел.).

В итоге, норма водопотребления для водопотребителей при данном виде благоустройства составляет 127,36 л/(сут·чел.).

4.5 Сравнительный анализ полученных норм водопотребления

Сравнительный анализ полученных норм водопотребления с утвержденными местным советом и нормативными данными [42-44, 138] выполнен по форме таблицы 4.2 далее.

В столбцах 2-4 приведены виды благоустройства зданий согласно [42-44, 54, 55, 138]. Данные в столбцах 5-9 [42-44, 55, 138], характеризуют удельное водопотребление населения в жилых зданиях разного вида благоустройства с постоянной подачей воды. Данные в столбцах 10-12 получены по расчетам удельного водопотребления населения в жилых зданиях разного вида благоустройства с некруглосуточной подачей воды в п.п. 4.3, 4.4, согласно [55, 57]. Величина, приведенная в столбце 13, получена по расчету удельного водопотребления населения в жилых зданиях разного вида благоустройства с постоянной подачей воды в п. 4.4, согласно [57].

Относительная разница в приведенных данных объясняется в первую очередь тем, что величины нормированные [42-44, 55, 138] показывают удельное водопотребление населения, проживающего в жилых зданиях со стабильной круглосуточной подачей воды, а данные, приведенные по результатам расчетов согласно [55, 57], удельное водопотребление населения, проживающего в жилых зданиях с перерывами в подаче, т.е. с нестабильным водоснабжением.

Во вторую очередь, такое снижение водопотребления при некруглосуточной подаче воды можно объяснить как результат сокращения времени пользования водопроводом.

Таблица 4.2 – Сравнительный анализ удельного водопотребления населения г. Макеевка с действующими нормативами

№ п/п	Степень благоустройства здания согласно [42-44]	Степень благоустройства здания согласно [54, 55]	Степень благоустройства здания согласно [138]	Норма по [44]	Норма по [42] для II клим..зоны	Норма по [43] для II клим..зоны	Норма по [55] для II клим..зоны	Норма, утвержденная местным советом [138]	Норма эксплуатационная, полученная согласно [55] при некруглосуточной подаче воды	Норма фактическая, полученная согласно [55] при некруглосуточной подаче воды	Норма, полученная согласно [57] при некруглосуточной подаче воды	Норма, полученная согласно [57] при постоянной подаче воды
				л/(сут.чел.)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Жилые дома с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, с ваннами и с газовыми водонагревателями	Жилые дома с водопроводом, с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками, с канализацией	225	210	235	140 - 180	320	104,96	104,96	121,46	148,96
2	Жилые дома с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе	Жилые дома с водопроводом, с ванной, печное отопление, с канализацией	180	150	170	115 - 140	240	85,28	105,08	121,58	149,08
3	Жилые дома с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, без ванн, с газоснабжением	Жилые дома с водопроводом, без ванн, с электро-, газовыми плитами, с канализацией	150	120	135	100 - 120	170	72,16	78,07	94,57	122,07
4	Жилые дома с водопроводом и канализацией, без ванн	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, без ванн	Жилые дома с водопроводом, без ванн, печное отопление, с канализацией	120	100	110	85 - 105	150	59,04	79,55	99,86	127,36

Для жилых зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями норма водопотребления согласно [42-44, 55] лежит в пределах от 140 до 235 л/(сут·чел.); в г. Макеевка при постоянной подаче воды утвержденный местным советом [138] норматив – 320 л/(сут·чел.). Согласно расчета норматива по [54, 55] и [57] с учетом нестабильной подачи воды, водопотребление колеблется от 104,96 до 121,46 л/(сут·чел.), что ниже установленной нормы по городу в среднем на 65%, а в сравнении с [42-44, 55] в среднем на 40%. При постоянной подаче воды [57] водопотребление составило 148,96 л/(сут·чел.).

Для жилых зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе норма водопотребления согласно [42-44, 55] лежит в пределах от 115 до 180 л/(сут·чел.); в г. Макеевка при постоянной подаче воды утвержденный местным советом [138] норматив – 240 л/(сут·чел.) Согласно расчета норматива по [54, 55] и [57] с учетом нестабильной подачи воды, водопотребление колеблется от 85,28 до 121,58 л/(сут·чел.), что ниже установленной нормы по городу в среднем на 60%, а в сравнении с [42-44, 55] в среднем на 30%. При постоянной подаче воды [57] водопотребление составило 149,08 л/(сут·чел.).

Для жилых зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением норма водопотребления согласно [42-44, 55] лежит в пределах от 100 до 150 л/(сут·чел.); в г. Макеевка при постоянной подаче воды утвержденный местным советом [138] норматив – 170 л/(сут·чел.). Согласно расчета норматива по [54, 55] и [57] с учетом нестабильной подачи воды водопотребление колеблется от 72,16 до 94,57 л/(сут·чел.), что ниже установленной нормы по городу в среднем на 51%, а в сравнении с [42-44, 55] в среднем на 33%. При постоянной подаче воды [57] водопотребление составило 122,07 л/(сут·чел.).

Для жилых зданий с водопроводом и канализацией, без ванн норма водопотребления согласно [42-44, 55] лежит в пределах от 85 до 120 л/(сут·чел.); в г. Макеевка при постоянной подаче воды утвержденный местным советом [138] норматив – 150 л/(сут·чел.). Согласно расчета норматива по [54, 55] и [57] с

учетом нестабильной подачи воды, водопотребление колеблется от 59,04 до 99,86 л/(сут·чел.), что ниже установленной нормы по городу в среднем на 47%, а в сравнении с [42-44, 55] в среднем на 25%. При постоянной подаче воды [57] водопотребление составило 127,36 л/(сут·чел.).

Согласно приведенным данным максимальное значение приходится на нормы, утвержденные местным советом [138], при постоянной подаче воды с учетом нерациональных расходов и возможных утечек.

По полученным результатам минимальное значение приходится на эксплуатационную норму, полученную согласно [54, 55] при некруглосуточной подаче воды. При расчете данной величины были учтены расходы фактического водопотребления (столбец 11 данной таблицы), удельные ночные фактические расходы ($q_{н.факт}=0$ л/(ч·чел.)), утечки воды за сутки (15% от общего объема расходуемой воды), фактические и эффективные напоры, коэффициент численности жителей в квартире, а также относительной величины удельного водопотребления, согласно приложения 2, таблицы 1 [55]. Можно утверждать, что эксплуатационная норма показала нам «чистое» или «идеальное» водопотребление, фактическое использование воды жителями по каждому виду благоустройства в случае нестабильного водоснабжения.

При расчете удельного водопотребления, согласно [57], были учтены расходы воды, полученные по измерительным приборам; потери воды из внутридомовой сети (л/(сут·чел.)), норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем. По данной методике [57] рассчитаны нормативы водопотребления при постоянной и нестабильной подаче воды (столбцы 12-13). Сравнительный анализ удельного водопотребления населения при постоянной и нестабильной подаче воды со средним удельным водопотреблением приведен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Сравнительный анализ удельного водопотребления населения г. Макеевка при постоянной и некруглосуточной подаче воды со средним удельным водопотреблением

№ п/п	Степень благоустройства здания [138]	Средняя величина удельного водопотребления, (Прил. Г, Табл. Г.4)	Норма, полученная согласно [57] при некруглосуточной подаче воды	Норма, полученная согласно [57] при постоянной подаче воды
		л/(сут·чел.)		
1	2	3	4	5
1	Жилые дома с водопроводом, с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками, с канализацией	91,27	121,46	148,96
2	Жилые дома с водопроводом, с ванной, печное отопление, с канализацией	91,37	121,58	149,08
3	Жилые дома с водопроводом, без ванн и электро-, газовыми плитами, с канализацией	67,89	94,57	122,07
4	Жилые дома с водопроводом, без ванн, печное отопление, с канализацией	69,17	99,86	127,36

Основное влияние на формирование величины удельного водопотребления в данном случае оказал норматив неучтенных расходов из внутридомовой системы.

За счет снижения времени пользования водопроводной сетью снижается количество сливов (соответственно и их объем), нерациональное расходование воды, утечки (за счет опорожнения трубопровода в часы перерывов в водоподаче).

Если при постоянной подаче воды потребитель может пользоваться водой 24 часа в сутки, то при некруглосуточной – максимум 6-8 часов в день, т.е. время пользования водой сокращается в 3-4 раза, что приводит к общему снижению водопотребления, сокращению утечек и т.п.

Конечно, в дневные часы в будние дни водопроводной водой при постоянной подаче пользуются меньше, чем в утренние и вечерние, а при значительном отсутствии воды потребитель стремиться сделать дополнительный запас на будущее (возможно часть этой воды будет сливаться в канализацию из-за

ненадобности), что может уравнивать общее водопотребление при круглосуточной и некруглосуточной подаче. Но как показывает практика, такие сливы при нестабильном водоснабжении незначительны, потому что на подсознательном уровне человек все равно стремится экономить воду и использовать её разумно, а возможно и с осторожностью (используя в быту всё чаще покупную воду), понимая, что перерывы в подаче воды могут вызывать и более глобальные проблемы в водоснабжении (коррозию трубопровода, изменение качества подаваемой воды, серьёзные аварии на сети с полным отключением работы системы водоснабжения).

Проведенные исследования показывают, что некруглосуточное водоснабжение приводит к снижению общего водопотребления населением как за счет снижения времени в подаче воды, так и в результате снижения нерационального водопользования, большей частью в результате изменения культуры водопотребления, а также за счет частичной экономии и использовании покупной воды. Внутридомовые утечки также сокращаются в часы перерывов в водоснабжении, но незначительно увеличиваются дополнительные сливы после перерывов в работе водопровода.

Утечки в наружном трубопроводе возрастают из-за значительного износа сетей (около 80%) и превышения расчетных сроков службы, усиления коррозии в опорожнённом водопроводе, что приводит в дальнейшем к основным аварийным ситуациям в сети, но это лишь косвенно влияет на удельное водопотребление. По данным санитарных органов г. Макеевка качество воды в водопроводе соответствует нормативным требованиям к питьевой воде.

4.6 Анализ экономической эффективности применения научно обоснованных норм водопотребления

КП «Макеевский горводоканал» для подачи воды в систему ПРВ и реализации воды населению, коммунально-бытовым и бюджетным организациям, промышленным и другим потребителям использует покупную воду и воду из

собственных источников. Из общего объема используемой воды лишь 0,5% приходится на воду из собственных источников, остальное коммунальное предприятие закупает у коммунального предприятия «Компания «Вода Донбасса».

Согласно баланса водопотребления предприятий питьевого водоснабжения по КП "Макеевский горводоканал" (Прил. А, Табл. А.1) предприятие закупает более 50 млн. м³ воды в год. Из них 33% реализуется населению, коммунально-бытовым и бюджетным организациям, промышленным и другим потребителям. На реализацию населению расходуется 27% купленной воды или 83% от общего объема запланированного на реализацию населению, коммунально-бытовым и бюджетным организациям, промышленным и другим потребителям.

В главе 3 было определено фактическое удельное водопотребление на одного человека в сутки, проживающего в г. Макеевка, в условиях некруглосуточной подачи воды (в зданиях разного вида благоустройства). Определены средние и 20% обеспеченности удельные расходы воды для зданий четырех типов благоустройства. Эти расходы оказались равны соответственно:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями 91,27 и 106 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе 91,37 и 127 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией без ванн с газоснабжением 67,89 и 92 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией без ванн 69,17 и 95 л/(сут·чел.).

Выше был выполнен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка при нестабильной подаче воды с учетом корректировок согласно «Методики определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ –

Астана» на основе «Методических рекомендаций по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанных НИИ КВОВ АКХ:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 91,27 и 104,96 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 104,96 л/(сут·чел.);

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 91,37 и 105,08 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 85,28 л/(сут·чел.);

- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 67,89 и 78,07 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 72,16 л/(сут·чел.);

- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 69,17 и 79,53 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 59,04 л/(сут·чел.).

Выполнен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка при нестабильной подаче воды с учетом корректировок по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями фактическое водопотребление составляет 121,46 л/(сут·чел.);

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе фактическое водопотребление составляет 121,58 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией без ванн с газоснабжением фактическое водопотребление составляет 94,57 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией без ванн фактическое водопотребление составляет 99,86 л/(сут·чел.).

В соответствии с результатами по обоснованию и расчету нормативов, выполнен расчет предположительных объемов потребляемой воды в год жильцами обследуемых зданий с учетом потерь воды в наружных сетях (25%) и расходов на технологические нужды (5%).

Результаты сведены в таблицу 4.4, где приведены основные виды благоустройства обследуемых зданий, количество зданий и численность проживающих, а также посчитан общий расход воды населением, проживающим в обследуемых зданиях в зависимости от используемых нормативов водопотребления.

Согласно полученным результатам, население обследуемых зданий при утвержденном местным советом нормативе [138] расходует 86804,30 м³ воды в год.

По фактической норме, полученной согласно [55] при некруглосуточной подаче воды, население израсходует 42038,29 м³ воды в год.

По норме, полученной согласно [57] при некруглосуточной подаче воды, население израсходует 49220,85 м³ воды в год.

В соответствии со средним удельным водопотреблением, обоснованном в главе 3, население израсходует 36554,60 м³ воды в год.

Объем, потребленной воды за год с учетом удельных расходов воды при 20% обеспеченности, составит 45765,52 м³ воды в год.

1 м³ покупной воды КП «Макеевский горводоканал» обходится в 3,53 руб. [139].

Следовательно, для покупки 86804,30 м³ воды за год необходимо 86804,30·3,53=306419 руб.; для покупки 42038,29 м³ воды необходимо 42038,29·3,53=148395 руб.; для покупки 49220,85 м³ воды необходимо 49220,85·3,53=173750 руб.; для покупки 36554,60 м³ воды необходимо

$36554,60 \cdot 3,53 = 129038$ руб.; для покупки $45765,52 \text{ м}^3$ воды необходимо $45765,52 \cdot 3,53 = 161552$ руб.

При переходе КП «Макеевский горводоканал» на нормирование водопотребления при некруглосуточной подаче воды экономия затрат на покупку воды составит:

- при расчете по фактической норме, полученной согласно [55] при некруглосуточной подаче воды: $306419 - 148395 = 158024$ руб.;

- при расчете по норме, полученной согласно [57] при некруглосуточной подаче воды: $306419 - 173750 = 132669$ руб.;

- в соответствии со средним удельным водопотреблением, обоснованном в разделе 3: $306419 - 129038 = 177381$ руб.;

- при расчете по удельным расходам воды при 20% обеспеченности: $306419 - 161552 = 144867$ руб.

Из полученных результатов очевидна экономия денежных затрат на покупку воды при любом варианте нормирования водопотребления при некруглосуточной подаче воды, рассмотренных в данной работе.

Для анализа затрат электроэнергии водоканалом, рассмотрим работу одной из насосных станций (ВНС), непосредственно подающей воду потребителю. На ВНС «Фонтанная» Червоногвардейского района г. Макеевка установлены четыре насосные агрегата (1 рабочий и 3 в резерве) Vogel с максимальным расходом $135 \text{ м}^3/\text{ч}$, мощностью 30 кВт, высота напора 44 м. Стоимость 1 кВт·час электроэнергии на этом участке для КП «Макеевский горводоканал» составляет 2,071 грн. или 4,93 руб.

Для перекачки $86804,30 \text{ м}^3$ воды за год необходимо $86804,30/135 = 643$ ч; для перекачки $42038,29 \text{ м}^3$ воды необходимо $42038,29/135 = 311$ ч; для перекачки $49220,85 \text{ м}^3$ воды необходимо $49220,85/135 = 365$ ч; для перекачки $36554,60 \text{ м}^3$ воды необходимо $36554,60/135 = 271$ ч; для перекачки $45765,52 \text{ м}^3$ воды необходимо $45765,52/135 = 339$ ч. Следовательно, будет затрачено следующее количество электроэнергии за год, соответственно: $643 \cdot 30 = 19290$ кВт; $311 \cdot 30 = 9330$ кВт; $365 \cdot 30 = 10950$ кВт; $271 \cdot 30 = 8130$ кВт; $339 \cdot 30 = 10170$ кВт.

Таблица 4.4 – Сравнительный анализ водопотребления населением, проживающим в обследуемом жилье, в зависимости от используемых нормативов водопотребления

№ п/п	Степень благоустройства здания	Количество обследуемых зданий	Количество жилых, чел.	Норма, утвержденная местным советом [138], л/(сут·чел.)	Объем, потреблённой воды в год, согласно столбца 5, м ³	Норма фактическая, полученная согласно [55] при некруглосуточной подаче воды	Объем, потреблённой воды в год, согласно столбца 7, м ³ (с учетом 30% на потери воды)	Норма, полученная согласно [92] при некруглосуточной подаче воды, л/(сут·чел.)	Объем, потреблённой воды в год, согласно столбца 9, м ³ (с учетом 30% на потери воды)	Среднее удельное водопотр., л/(сут·чел.) (глава 3)	Объем, потреблённой воды в год, согласно столбца 11, м ³ (с учетом 30% на потери воды)	Удельные расходы воды при 20% обеспеченности (глава 3), л/(сут·чел.)	Объем, потреблённой воды в год, согласно столбца 11, м ³ (с учетом 30% на потери воды)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системы водоотведения, с ваннами и с газовыми водонагревателями	189	494	320	57699,20	104,96	24602,94	124,67	21924,96	91,27	21393,96	106	24846,70
2	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системы водоотведения, с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе	74	204	240	17870,40	105,08	10171,53	124,77	9290,37	91,37	8844,40	127	12293,35
3	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, без ванн, с газоснабжением	34	84	170	5212,20	78,07	3111,71	101,29	3105,55	67,89	2705,96	92	3666,94
4	Жилые здания с водопроводом, подключенные к централизованной системе водоотведения, без ванн	43	110	150	6022,50	79,55	4152,11	102,57	4118,19	69,17	3610,29	95	4958,53
	Суммарные расходы				86804,30		42038,29		38439,07		36554,61		45765,52

Стоимость данных объемов затраченной электроэнергии составит для перекачки $86804,30 \text{ м}^3$ воды за год $19290 \cdot 4,93 = 95100$ руб.; для перекачки $42038,29 \text{ м}^3$ воды – $9330 \cdot 4,93 = 45997$ руб.; для перекачки $49220,85 \text{ м}^3$ воды – $10950 \cdot 4,93 = 53984$ руб.; для перекачки $36554,60 \text{ м}^3$ воды – $8130 \cdot 4,93 = 40081$ руб.; для перекачки $45765,52 \text{ м}^3$ воды – $10170 \cdot 4,93 = 50138$ руб..

В результате экономия денежных затрат при оплате за электроэнергию при переходе КП «Макеевский горводоканал» на нормирование водопотребления при некруглосуточной подаче воды равна соответственно:

- при расчете по фактической норме, полученной согласно [55] при некруглосуточной подаче воды: $95100 - 45997 = 49103$ руб.;
- при расчете по норме, полученной согласно [57] при некруглосуточной подаче воды: $95100 - 53984 = 41116$ руб.;
- в соответствии со средним удельным водопотреблением, обоснованном в разделе 3: $95100 - 40081 = 55019$ руб.;
- при расчете по удельным расходам воды при 20% обеспеченности: $95100 - 50138 = 44962$ руб.

Из приведенных расчетов также очевидна экономия денежных затрат при оплате за затраченную электроэнергию при любом варианте нормирования водопотребления при некруглосуточной подаче воды, рассмотренных в данной работе.

Выводы по главе 4:

1. На основе результатов исследований даны предложения по совершенствованию методик расчета нормативов водопотребления населением в условиях некруглосуточной подачи воды. В «Методику определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» на основе «Методических

рекомендаций по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанных НИИ КВОВ АКХ внесены следующие корректировки:

- фактический удельный ночной расход и удельный полезный ночной расход целесообразно принимать равными нулю, в связи с отсутствием подачи воды в ночное время;

- величины утечек при некруглосуточной подаче следует умножать на коэффициент $t/24$, где t – суммарное время подачи воды в сутки, или учитывать потери воды из внутридомовой сети в размере 10–15% от общего объема поданной воды в здание.

В «Методику определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанную ГАЖКХ Украины при формировании нормы водопотребления на одного человека в сутки (в литрах) помимо расходов воды, полученных после статистической обработки данных измерительных приборов учтены следующие составляющие:

- потери воды из внутридомовой сети (л/(сут·чел.)) – среднемировой уровень внутридомовых потерь воды в многоквартирных домах составляет около 15% от количества поданной воды в здание;

- норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем.

2. Выполнен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка при некруглосуточной подаче воды с учетом внесенных корректировок согласно «Методики определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» на основе «Методических рекомендаций по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанных НИИ КВОВ АКХ:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями фактическое водопотребление и фактическая

эксплуатационная норма составили соответственно 91,27 и 104,96 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 104,96 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 91,37 и 105,08 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 85,28 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 67,89 и 78,07 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 72,16 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн фактическое водопотребление и фактическая эксплуатационная норма составили соответственно 69,17 и 79,53 л/(сут·чел.), эксплуатационная норма водопотребления населением – 59,04 л/(сут·чел.).

3. Выполнен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка при некруглосуточной подаче воды с учетом корректировок по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины:

– для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями фактическое водопотребление составляет 121,46 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, фактическое водопотребление составляет 121,58 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением фактическое водопотребление составляет 94,57 л/(сут·чел.);

– для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн фактическое водопотребление составляет 99,86 л/(сут·чел.).

4. Выполнен расчет научно обоснованных норм водопотребления населением г. Макеевка при постоянной подаче воды с учетом корректировок по

«Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины:

- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями фактическое водопотребление составляет 148,96 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе, фактическое водопотребление составляет 149,08 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением фактическое водопотребление составляет 122,07 л/(сут·чел.);
- для зданий с водопроводом и канализацией, без ванн фактическое водопотребление составляет 127,36 л/(сут·чел.).

5. Проведены сравнительные анализы удельного водопотребления населением г. Макеевка с действующими нормативами и удельного водопотребления населением при постоянной и некруглосуточной подаче воды со средним удельным водопотреблением.

6. Основное влияние на формирование величины удельного водопотребления оказывает норматив неучтенных расходов из внутридомовой системы.

7. Проведенные исследования показывают, что некруглосуточное водоснабжение приводит к снижению общего водопотребления населением как за счет снижения времени в подаче воды, так и в результате снижения нерационального водопользования, большей частью в результате изменения культуры водопотребления, а также за счет частичной экономии и использования покупной воды. Внутридомовые утечки также сокращаются в часы перерывов в водоснабжении, но незначительно увеличиваются дополнительные сливы после перерывов в работе водопровода.

8. Эксплуатационная и фактическая эксплуатационная нормы, полученные при расчете норм водопотребления по «Методике определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий

по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» на основе «Методических рекомендаций по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением», разработанных НИИ КВОВ АКХ, с учетом внесенных изменений, несколько ниже удельных расходов воды при 20% обеспеченности. Возможно, это связано с тем, что при расчете эксплуатационных норм учитываются понижающие коэффициенты, рекомендуемые самой методикой (ЭНВН).

9. Наиболее близким к реальности для определения норм водопотребления населения при некруглосуточной подаче воды может считаться расчет норм водопотребления по «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения», разработанной ГАЖКХ Украины, с корректировкой потерь воды из внутридомовой сети и норматива неучтенных расходов из внутридомовых систем по результатам исследований.

10. При переходе КП «Макеевский горводоканал» на нормирование водопотребления при некруглосуточной подаче воды экономия затрат на покупку воды и оплату за электроэнергию составит соответственно:

- при расчете по фактической норме, полученной согласно методике, подготовленной АО «Казахский Водоканалпроект, Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» с учетом корректировок при некруглосуточной подаче воды: 158024 руб. и 49103 руб.;

- при расчете по норме, полученной согласно методике, разработанной ГАЖКХ при некруглосуточной подаче воды: 132670 руб. и 41116 руб.;

- при расчете в соответствии со средним удельным водопотреблением, обоснованном в разделе 3: 177381 руб. и 55019 руб.;

- при расчете по удельным расходам воды при 20% обеспеченности: 144867 руб. и 44962 руб.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Анализ литературных данных показал, что влиянию некруглосуточной подачи воды на нормы водопотребления населением не уделяется достаточного внимания.

2. Суммарный расход воды на одного человека с учетом физиологического минимума, социальной и гигиенической потребностей при постоянной подаче воды составляет 250 л/сут. При некруглосуточной подаче воды имеют место две противоположные тенденции – увеличение водопотребления за счет слива созданных запасов воды и снижение водопотребления благодаря снижению утечек. Учет этих тенденций приводит к уменьшению водопотребления на 35% и расход воды составляет 163 л/(сут·чел.).

3. Для выявления реального водопотребления населением проведено обследование водопотребления 406 квартир зданий разной степени благоустройства, в которых проживают 1064 человека в г. Макеевка в условиях некруглосуточной подачи воды (подача с 6.00 до 10.00 и с 18.00 до 22.00 часов).

В результате математико-статистической обработки данных исследования доказано, что при некруглосуточной подаче воды дифференциальное распределение удельных расходов воды соответствует показательному закону в отличие от нормального закона при круглосуточной подаче воды. Это свидетельствует о тенденции смещения водопотребления к минимальным значениям и снижению средних величин водопотребления. В частности, среднее удельное водопотребление для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями составило 91,27 л/(сут·чел.); для зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе – 91,37 л/(сут·чел.); для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением – 67,89 л/(сут·чел.); для зданий с водопроводом, канализацией, без ванн – 69,17 л/(сут·чел.).

4. Установлено, что средние величины удельного водопотребления соответствуют на интегральной кривой распределения вероятностям в пределах

64-74% (обеспеченность 36-26%). Сделан вывод о том, что за норму водопотребления населением может быть принят удельный расход 80% вероятности (обеспеченность 20%). Эти величины составляют для вышеуказанных степеней благоустройства соответственно 106, 127, 92 и 95 л/(сут·чел.).

5. Определено, что увеличение численности семьи приводит к снижению удельного водопотребления. В результате при составе семьи четыре человека удельное водопотребление практически в 3 раза меньше, чем в семье из одного человека.

6. На основании результатов исследований разработаны предложения по совершенствованию методик расчета нормативов водопотребления населением в условиях некруглосуточной подачи воды.

В «Методику определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов», подготовленную АО «Казахский Водоканалпроект», Ассоциацией предприятий по водоснабжению и водоотведению Республики Казахстан «Казахстан Су Арнасы» и ТОО «ЕРЦ – Астана» (на основе модели НИИ КВОВ АКХ), внесены следующие корректировки:

- фактический удельный ночной расход и удельный полезный ночной расход целесообразно принимать равными нулю;

- величины утечек при некруглосуточной подаче следует умножать на коэффициент $t/24$, где t – суммарное время подачи воды в сутки, или учитывать потери воды из внутридомовой сети в размере 10-15% от общего объема поданной воды в здание.

Доказано, что в «Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения» ГАЖКХ необходимо учитывать:

- потери воды из внутридомовой сети (около 10-15% от количества поданной воды в здание);

- норматив неучтенных расходов из внутридомовых систем (недоучет воды квартирными средствами учета и коммерческие расходы воды).

7. По скорректированным методикам выполнен расчет эксплуатационных норм водопотребления для населения г. Макеевка для зданий: с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями – 121,46 л/(сут·чел.); с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твердом топливе – 121,58 л/(сут·чел.); с водопроводом и канализацией, без ванн, с газоснабжением – 94,57 л/(сут·чел.); с водопроводом и канализацией, без ванн – 99,86 л/(сут·чел.). Эти нормы могут быть использованы в других населенных пунктах с некруглосуточной подачей воды. Необходимо отметить, что они не включают в себя потери в наружных водопроводных сетях и технологические расходы на эксплуатацию системы водоснабжения.

8. При расчете экономического эффекта при переходе КП «Макеевский горводоканал» на нормирование водопотребления с учетом некруглосуточной подачи воды снижение затрат в среднем в год на покупку воды составит 153236 руб., а при оплате за затраченную электроэнергию – 47550 руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маслоу, А.Г. На подступах к психологии бытия. Перевод на русский язык: О. Чистяков: [Электронный ресурс] / Абрахам Гарольд Маслоу // Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий. – М., 1997. URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/5220> (Дата обращения: 07.08.2017).
2. Маслоу, А.Г. Мотивация и личность. Перевод на русский язык: А.М.Татлыбаевой [Электронный ресурс] / Абрахам Гарольд Маслоу - СПб.: Евразия, 1999. – 478 с. // <http://umotnas.ru/umot/a-m-tatlibaevoj-abraham-h-maslow-motivation-and-personality-2n/page-19> (Дата обращения: 07.08.2017).
3. Анцыфирова, Л.И. Психология самоактуализирующейся личности в работах Абрахама Маслоу [Текст] / Л.И. Анцыфирова // Вопросы психологии. – 1973. – №4. – С. 173-180.
4. Ковалев, В.И. Мотивы поведения и деятельности [Текст] / В.И. Ковалев – М.: Наука, 1988. – 192 с.
5. Масри Гази Халед Водопотребление и водосбережение в жилищном фонде [Электронный ресурс] / Масри Гази Халед // Сантехника. – 2006. – №2. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3237 (Дата обращения: 07.08.2017).
6. Бурачас, А.И. Моделирование личных расходов в развитых капиталистических странах [Текст] / А. И. Бурачас – М.: Наука, 1975. – 463 с., 1 л. табл. : ил., табл.; 21 см.
7. Свинцов, А.П. Поведение потребителей услуг водопотребления и водоотведения [Текст] / А.П. Свинцов // Проблемы теории и практики в инженерных исследованиях: сб. науч. трудов под общей ред. А.Д. Чудакова.– М: Изд-во АСВ, – С. 220-223.
8. Свинцов, А.П. Поведение потребителей как определяющий фактор рационального использования воды в жилых зданиях [Текст] / А.П. Свинцов, М. Ю. Тауфик – Науч. Тр. (Вестник) РУДН, 2000. – №1 – С. 66-69.
9. Майзельс, М.П. Нормирование и структура водопотребления в жилищном фонде [Текст] / М.П. Майзельс, В.Н. Исаев // Технические средства и

организационные мероприятия по экономии расхода воды в народном хозяйстве – МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1980. – С. 53-57.

10. Майзельс, М.П. Про установление нормативов потребления воды на нужды населения [Текст] / М.П. Майзельс // Водоснабжение и санитарная техника. – 1978. – № 11.–С. 5-8.

11. Исаев, В.Н. Структура потребления холодной и горячей воды в жилых домах [Текст] / В.Н. Исаев, И.О. Обельченко, О.Н. Науменко // Рациональное использование воды в системах коммунального водоснабжения. – М. 1981. – С. 93-96.

12. Мордясов, М.А. Водопотребление в жилом фонде и его нормирование с целью сокращения потерь воды [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Мордясов М.А. – М., 1984. – 273 с.

13. Свинцов, А.П. Оценка водопотребления в жилых зданиях [Текст] / А.П. Свинцов, А.М. Шубин // Жилищное строительство. – 2002. – № 7. – С. 29-30.

14. Порядин, А.Ф. Экологические факторы питьевого водоснабжения [Текст] / А.Ф. Порядин // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. №4. – С. 2–4.

15. Кожинов, И.В. Питьевое водоснабжение населения: проблема и решения [Текст] / И.В. Кожинов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1988. – №6. – С. 3.

16. Майзельс, М.П. Проблемы установления нормативов потребления воды на нужды населения [Текст] / М.П. Майзельс // Водоснабжение и санитарная техника. – 1978. №11. – С. 5-9.

17. Майзельс, М.П. Эксплуатационные нормы водопотребления населением [Текст] / М.П. Майзельс, М.А. Мордясов // Жилищно–коммунальное хозяйство. – 1982. №6. – С. 8.

18. Мордясов, М.А. Фактическое водопотребление в жилищном фонде и оценка величины нерационального использования воды населением [Текст] / М.А. Мордясов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1978. – №11. – С. 9-12.

19. Исаев, В.Н. Экономия воды в структуре водопотребления [Текст] / В.Н. Исаев, М.Г. Мхитарян // Сантехника. – 2005. – № 3. – С. 8-11.
20. Sheefer, R. Economic and water conservation / R. Sheefer // Water and Sewage Works. – 1976. – Vol. 126, №. 3. – P. 24.
21. Kinnersley, D. Water use and consumption / D. Kinnersley // Congress international des distributions deau 13. Paris. General report 2, 1980. – P. 1-10.
22. Мхитарян, М.Г. Факторы, определяющие полезное водопотребление в хозяйственно-питьевом водопроводе [Текст] / М.Г. Мхитарян // Водоснабжение и санитарная техника. – 1987. – С. 11.
23. Жуков, Н.Н. Снижение потерь питьевой воды в системах коммунального водоснабжения / Н.Н. Жуков, Г.Л. Железнова, Г.А. Орлова // Водоснабжение и санитарная техника – 2000 – №8 – С. 14-17.
24. Маслак, В.Н. Трубопроводы водоснабжения: вопросы проектирования, строительства и рациональной эксплуатации / В.Н. Маслак, Н.И. Зотов – Донецк: Вебер, 2007. – 462 с.
25. Кожин, И.В. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения [Текст] / И.В. Кожин, Р.Г. Добровольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 348 с.: ил.
26. Исаев, В.Н. Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе [Электронный ресурс] / В.Н. Исаев, М.Г. Мхитарян // Библиотека научных статей – Сантехника. – 2003. – №5 URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2234 (Дата обращения: 07.08.2017).
27. Camp, P. C. The analytic demand for residential water new findings / P. C. Camp // AWWA, 1978. – №. 8, – P. 453-458.
28. Храменков, С.В. Принципы расчета критериев удельного водопотребления города [Текст] / С.В. Храменков, В.Г. Печников // Водоснабжение и санитарная техника – 1998 – №8 – С. 2-6.
29. Лернер, А.Д. Обоснование нормативов водопотребления и величины неучтенных потерь [Текст] / А.Д. Лернер // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 31-34.

30. Шубин, А.М. Оценка водопотребления в жилых зданиях [Текст] / А.М. Шубин, А.П. Свинцов // Жилищное строительство. – 2002. №7. – С. 29-30.
31. Демин, А.П. Динамика потребления воды населением России [Текст] / А.П. Демин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – №12. – С. 9.
32. Филатов, А.И. О нормировании водопотребления при нестабильном водоснабжении городов [Текст] / А.И. Филатов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – №11. – С. 12-13.
33. Жуков, Н. Н. Проблемы водоснабжения населения в Российской Федерации и пути их решения [Текст] / Н.Н. Жуков // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – №4. – С. 17-19.
34. СП 31.13330.2012. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84 (с Изменениями № 1, 2) (дата введения 01.01.2013) – М.: Минрегион России, 2011. – 124 с.
35. ДБН В.2.5–74:2013. Державні будівельні норми. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди [Текст]. – Уведено вперше; чинні від 2014–01–01. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
36. СНиП 2.04.02–84*. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст] / Госстрой России. – Введ. 01.01.85г. – М.: ГУП ЦПП, 1988. – 128 с.
37. Шопенский, Л.А. Исследования режимов работы водопроводов жилых зданий [Текст]: Автореф. дис... канд. техн. наук / Шопенский Л.А. – М., 1968.
38. Шопенский, Л.А. Исследование режимов работы водопроводов в жилых зданиях [Текст]: дис. ... канд. техн. наук/ Шопенский Л.А. – М., 1967г., 227 с.
39. Шопенский, Л.А. Построение расчетных графиков водопотребления [Текст] / Л. А. Шопенский, И. П. Юрьева // Санитарная техника. Сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники, 1970. – Вып. 34. – С. 27-32.

40. Шопенский, Л.А. К вопросу о методике определения расчетных расходов воды в сетях водопроводов зданий различного назначения и их комплексов [Текст] / Л. А. Шопенский // Водоснабжение и сантехника – 1975. – № 12. – С. 4-7.

41. Шопенский, Л.А., Совершенствование норм водопотребления для жилых здания [Текст] / Л. А. Шопенский, А. Л. Кожина // Водоснабжение и санитарная техника. – 1985. – № 11. – С. 25-27.

42. СП 30.13330.2012. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85* (Дата введения 2013-01-01) – М.: Минрегион России, 2012. – 65 с.

43. ДБН В.2.5–64:2012. Державні будівельні норми. Внутрішній водопровід та каналізація. [Текст] (чинні з 2013-03-01): – К.: Мінрегіон України, 2013. – 112 с.

44. СНиП 2.04.01–85* Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]:– Введ. 01.01.1985 г. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 60 с.

45. Гейнц, В.Г. О расчете обеспеченности расходов воды в системах водопроводов жилых зданий [Текст] / В.Г. Гейнц // Санитарно–техническое оборудование. Сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники. – 1972. – Вып. 37. – С. 46-48.

46. Гейнц, В.Г. Методика расчета норм водопотребления в жилых зданиях [Текст] / В.Г. Гейнц // Борьба с потерями воды в промышленности и коммунальном хозяйстве. – Матер. научн.-техн. конф. – М., – 1969. – С. 61-62.

47. Гейнц, В.Г. Об определении размеров утечек в водопроводах жилых зданий [Текст] / В. Г. Гейнц, И. О. Обельченко // Отопительное оборудование, санитарно–технические приборы и арматура. Сб. науч. тр. М.: НИИ санитарной техники, –1974. – Вып. 34. – С. 54-58.

48. Мхитарян, М.Г. Совершенствование водоснабжения микрорайонов с целью сокращения потерь воды [Текст]: Автореф. дис... канд. техн. наук/ М.Г. Мхитарян – М., 1988.

49. Инструкция по проектированию внутренних систем водоснабжения и канализации жилых и общественных зданий [Текст] / ЦНИИЭПИО. – М., – 1978.
50. Вербицкий, А. С. Интегральные функции распределения расходов воды [Текст] / А. С. Вербицкий, А. Л. Лякмунд / Инженерное обеспечение строительства // Экспресс–информация. – М.: ВНИИИС, – 1986. – Вып. 2. – С. 2-10.
51. Рекомендации по определению расходов воды в системах холодного и горячего водоснабжения [Текст] // Экспресс–информация. – М., 1987. – Вып. 1, 2. (Строительство и архитектура).
52. Исаев, В.Н. Развитие нормативной базы внутреннего водопровода [Текст] / В. Н. Исаев, Ф. Сангмамадов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1993. – № 1. – С. 6-9.
53. Майзельс, М.П. Величина удельного водопотребления в жилых зданиях в зависимости от влияющих факторов [Текст] / М.П. Майзельс, М.А. Мордясов // Водопотребление и вопросы проектирования, эксплуатации систем коммунального водоснабжения. Сб. науч. тр. – М.: ОНТИ АКХ, – 1978. – С. 3-18.
54. Методические рекомендации по установлению эксплуатационных норм водопотребления [Текст]. Дата введения: 01.10.1981; Дата актуализации: 17.06.2011./ МЖКХ РСФСР. – М., – 1981.
55. Методика определения эксплуатационных норм водопотребления и водоотведения (ЭНВН) населенных пунктов [Текст] / Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Астана – 2011. – с. 115.
56. Постанова КМ від 25 серпня 2004 р. N 1107 Про затвердження Порядку розроблення та затвердження нормативів питного водопостачання [Електронний ресурс] / URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1107-2004-п> (Дата обращения: 07.08.2017).
57. Методика визначення нормативів питного водопостачання населення. Затверджено наказом державного комітету України з питань житлово–

комунального господарства від 27 вересня 2005 р. № 148. [Электронный ресурс] / URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1210-05> (Дата обращения: 07.08.2017).

58. Методика розроблення технологічних нормативів використання питної води житлово–експлуатаційними підприємствами і організаціями. Затверджено наказом Міністерства з питань житлово–комунального господарства України від 14 травня 2008 р. № 126. [Электронный ресурс] / URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0479-08/paran13#n13> (Дата обращения: 07.08.2017).

59. Методика розробки технологічних нормативів використання води на підприємствах водопровідно–каналізаційного господарства України [Текст] / Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України: К. – 1998.

60. Гутарова, М.Ю. К вопросу о методике определения норм водопотребления [Текст] / М.Ю. Гутарова, В.Е. Окрушко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, «Инженерные системы и техногенная безопасность». – 2006 – №2(58). – Макеевка, – С. 3-5.

61. Свинцов, А.П. Экспериментальная оценка нормативов водопотребления в жилых зданиях [Текст] / А.П. Свинцов, Л.В. Тарасюк, С.А. Мукарзель // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998 .– №8 – С. 10-11.

62. Шевелев, Ф.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран [Текст] / Ф.А. Шевелев, Г.А. Орлов // – М.: Стройиздат, 1987.

63. Тюменский водоканал сокращает потери воды [Электронный ресурс] / URL: <http://vtyumene.ru/tyumenskij-vodokanal-sokrashhaet-poteri-vody/> (Дата обращения: 07.08.2017).

64. Лабораторная работа № 2. Глобальные проблемы современного мира [Электронный ресурс] / URL: http://www.std72.ru/load/ehkonomicheskie_discipliny/ugatu_mirovaja_ehkonomika_i_meho_laboratornyj_praktikum/laboratornaja_rabota_2/1341-1-0-16212 (Дата обращения: 07.08.2017).

65. Где самая дешевая вода? [Электронный ресурс] / URL: <http://www.vrx.ru/treasury/347.html> (Дата обращения: 07.08.2017).

66. Сліпченко, В.О. Нові тенденції у водопостачанні та водоспоживанні в містах України [Текст] / В.О. Сліпченко, О.В. Сліпченко // Вода і водоочисні технології. – 2008. – №2(26). – С. 22-27.

67. Душкин, С.С. Научно-техническое обоснование норм горячего и холодного водопотребления населением г. Харькова [Текст] / С.С. Душкин // Научный Вестник строительства. Вып. 26. – Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2004.

68. Тарифы на водоснабжение [Электронный ресурс] / URL: <http://voda.crimea.ru/tarify> (Дата обращения: 07.08.2017).

69. Тарифы ЖКХ [Электронный ресурс] / URL: <http://gorod-donetsk.com/tarify-zhkkh> (Дата обращения: 07.08.2017).

70. Действующие тарифы на жилищно–коммунальные услуги [Электронный ресурс] / URL: <http://makeyevka.ru/uslugi-zhkkh?id=57> (Дата обращения: 07.08.2017).

71. Тарифы на холодную воду для населения Украины в 2017 году [Электронный ресурс] / URL: <http://пяточок.dp.ua/komunalka/860-tarify-na-vodu-dlya-naseleniya-ukrainy/> (Дата обращения: 07.08.2017).

72. Храменков, С.В. Потери воды от источника до крана [Текст] / С.В. Храменков, В.Н. Поршневу, Е.Ю. Воронова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000 – №11 – С. 20-22.

73. Железнова, Г.Л. Неучтенные расходы воды в системах водоснабжения [Текст] / Г.Л. Железнова, И.В. Кожинов, В.В. Колесов, Г.А. Орлов, С.Г. Иванов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997 – №11 – С.5-8.

74. Храменков, С.В. Мероприятия по снижению водопотребления в Москве [Текст] / С.В. Храменков // Водоснабжение и сантехника. – 1997. – № 11. – С. 2-4.

75. Инструкция по оценке и нормированию неучтенных расходов воды в системах коммунального хозяйства – Москва. – 2000 – Госкомитет Российской Федерации по строительству и жилищно–коммунальному комплексу, 36 с. [Электронный ресурс] / URL: <https://www.derev-grad.ru/gradostroitelstvo-i->

arhitektura/sistemy-inzhenernykh-sooruzhenii-i-kommunikacii/vodosnabzhenie-i-kanalizaciya/instrukciya-po-ocenke-i-normirovaniyu-neuchte.html (Дата обращения: 07.08.2017).

76. Иванов, С.Г. Прогнозирование и оценка утечек воды из водопроводных сетей [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.23.04: защищена 04.06.1997 / Иванов Сергей Геннадьевич. – Уфа, 1997. – 160 с.

77. Кожин, И.В. Снижение потерь воды, подаваемых коммунальными водопроводами [Текст] / И.В. Кожин // Интенсификация и оптимизация городских и промышленных водоводов: Материалы семинара. – М.: МДНТП, 1973.

78. Слипченко, В.А. Сокращение потерь питьевой воды в жилых и общественных зданиях городов УССР [Текст] / В.А. Слипченко, В.В. Вдовенко // – К. – ИПК МЖКХ УССР, 1989.

79. Короткий, Г.І. Головний резерв у водопровідно–каналізаційному господарстві – це раціональне використання води [Текст] / Г.І. Короткий, В.О. Сліпченко // Міське господарство України.– №3.–1998.

80. Сліпченко, В.О. Скорочення втрат питної води із систем водопостачання [Текст] / В.О. Сліпченко // Державний інститут ЖКГ Держбуду України. – К. – 1999.

81. Свинцов, А.П. Пути устранения потерь воды в жилых зданиях [Текст] / А.П. Свинцов, Ю.А. Скотников // Водоснабжение и санитарная техника. – 1988.– № 1.– С. 22-23.

82. Свинцов, А.П. Определение величины утечек воды в системах водоснабжения [Текст] / А.П. Свинцов // Жилищное строительство. – 2001. – №11. – С. 10-11.

83. Боровский, Л.И. Потери воды через смывные бачки [Текст] / Л.И. Боровский, А.П. Свинцов, В.Н. Исаев, М.Г. Мхитарян, В.П. Романов, А.Т. Никулин // Водоснабжение и санитарная техника. – 1990. – №12. – С. 14-16.

84. Грильовська, М.Р. Витрати води та стратегія водозбереження централізованого водопостачання в Україні [Текст] / М.Р. Грильовська //

Інформаційно–аналітичний збірник «Тарифна політика та пріоритети підгалузі ВКГ». – Київ, 2005. – №1 – С. 59-62.

85. Хомко, В.Є. Скорочення водоспоживання населенням – пріоритетний шлях до зменшення втрат води [Текст] / В.Є. Хомко, О.Ю. Царинник // Збірка доповідей Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК–2003». – Ялта, – 2003. – С. 98-102.

86. Новицька, О.С. Вплив вільних напорів і витрат води на величини відборів води із водопровідних мереж [Текст] / О.С. Новицька // Вісник НУВГП – 36. наук. праць. – Рівне, 2007.– вип. 1(37).

87. Водопотребление и вопросы проектирования и эксплуатации систем коммунального водоснабжения [Текст] / Науч. тр. АКХ им. К.Д. Памфилова. – М.: 1979. – вып. 155.

88. Высоцкий, С.П. Защита городов Украины от подтоплений и просадок [Текст] / С.П. Высоцкий, А.Г. Сирик, Е.В. Грабарь // Охорона довкілля, Вісті Автомобільно–дорожнього інституту – 2005. – №1. – С. 45-49.

89. Исаев, В.Н. Эффективность водосберегающих мероприятий [Текст] / В.Н. Исаев // Водоснабжение и санитарная техника – 1998 – № 1 – С. 20-23.

90. Козлов, В.А. Энергосбережение – это конкретная работа [Текст] / В.А. Козлов // Жилищно–коммунальное хозяйство – 2002 – № 6 – С. 6–10.

91. Баритко, Д.Я. Учет расхода горячей и холодной воды у потребителей [Текст] / Д. Я. Баритко, М. Н. Бурдуни, Г. Б. Корнеев // Водоснабжение и санитарная техника – Haustechn. – 1997. – № 9. – С. 24-25.

92. Барабошкин, В.Л. Опыт МУП «Владимирводоканал» по повышению реализации, экономии ресурсов и сокращению объема нереализованной воды [Текст] / В.Л.Барабошкин // Вестник РАВВ. – 2010. – № 3. – С. 38-42.

93. Кузник, И.В. Установка квартирных счетчиков воды – первый шаг к сокращению коммунальных платежей [Текст] / И.В. Кузник // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 9. – С. 26.

94. Никиша, С.Б. Прогнозирование влияния установки квартирных приборов учета расходов воды на показатели работы водоканалов [Текст] /

С.Б. Никиша, В.И. Нездойминов, Г.Н. Береза // Вісник ДонДАБА – 2001 – С. 42-44.

95. Филиппов, И.И. Опыт водоучета у абонентов МПП ВКХ г. Владимира [Текст] / И.И. Филиппов, В.Ф. Гуськов, В.Л. Григорьев // Водоснабжение и санитарная техника – 1998 – №6 – С. 22-23.

96. Гумен, С.Г. Приборы учета воды в жилом фонде С.–Петербурга [Текст] / С.Г. Гумен, А.Г. Безденежный // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998 – №10 – С. 29-30.

97. Свинцов, А.П. Достоверный учет водопотребления в жилых зданиях [Текст] / А.П. Свинцов, Л.В. Тарасюк // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. – №2 – С. 6-7.

98. Министерство образования Республики Беларусь. УО «Браславская государственная общеобразовательная средняя школа №2». Потребление и экономия воды в быту (в каждой отдельно взятой квартире) [Электронный ресурс] / URL: <http://pandia.ru/text/78/066/6425.php> (Дата обращения: 07.08.2017).

99. Рогозин, М.Ю. Капля в море. Конкурс научных проектов школьников в рамках краевой научно-практической конференции «Эврика» Малой академии наук учащихся Кубани. Секция «Экология» – МБОУ – СОШ №2, г. Армавир, – 2012. [Электронный ресурс] / URL: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2012/10/16/issledovatel'skiy-proekt-kaplya-v-more> (Дата обращения: 07.08.2017).

100. Прикладной бюджетный анализ: методика и подходы [Текст] / Санкт–Петербургский гуманитарно–политологический центр Стратегия, – СПб., – 2002. – 269 с.

101. Железнова, Г.Л. Прогнозирование удельного водопотребления населением крупных водохозяйственных регионов [Текст] / Г.Л. Железнова // Сантехника. – 2008. – № 5. – С. 12-14.

102. Экономия воды в санитарной технике [Текст]: пер. с англ. Л. И. Баранова // Сантехника. – 2005. – № 3. – С. 8-11.

103. Яковлев, С.В. Комплексное использование водных ресурсов [Текст]: учеб. пособие для вузов / С.В. Яковлев, И.Г. Губий, И.И. Павлинова, В.Н. Родин. – М.: Высш. шк., 2005. – 384 с: ил.

104. Inc. Water Engineering and Management (сайт Aquacraft) [Электронный ресурс] / URL: <http://www.aquacraft.com/Publications/resident> (Дата обращения: 07.08.2017).

105. Исаев, В.Н. Экономия воды в структуре водопотребления [Текст] / В.Н. Исаев // Сантехника. – 2005. – № 3. – С. 8-11.

106. Гл. 31 «Водный и электролитный баланс». (Физиологический институт Инсбрукского университета, Австрия, П. Детьен, «Физиология человека») [Электронный ресурс] / URL: <http://verju-neverju.ru/index.php/articles/80-nashe-fizicheskoe-zdorove/pitanie/73-skolko-nadopotreblyat-vody-v-den?showall=&start=3> (Дата обращения: 07.08.2017).

107. Приказ Минстроя России от 10.08.2015 N 575/пр "Об установлении количества процедур пользования одним водоразборным устройством в течение календарного месяца, применяемых в целях расчета нормативов потребления коммунальных услуг по холодному и горячему водоснабжению в жилых помещениях" (Зарегистрировано в Минюсте России 02.09.2015 N 38779) [Электронный ресурс] / URL: <https://raww.ru/assets/images/resources/6/prikaz-575.pdf> (Дата обращения: 07.08.2017).

108. Посудомоечные машины: классификация, технические характеристики, самые популярные бренды [Электронный ресурс] / URL: <http://truebrands.ru/1399/Posudomoechnye-mashiny-klassifikatsiya--tekhnicheskie-kharakteristiki--samye-populyarnye-brendy/> (Дата обращения: 07.08.2017).

109. Технические характеристики стиральных машин [Электронный ресурс] / URL: http://profservice64.ru/docs/tehnicheskie_harakteristiki_stiralnyh_mashin.html (Дата обращения: 07.08.2017).

110. Коммунальная гигиена. Гигиеническое обоснование норм водопотребления в населенных пунктах [Электронный ресурс] / URL: <http://www.eurolab.ua/encyclopedia/3863/34095/> (Дата обращения: 07.08.2017).

111. Гончарук, Е.И. Коммунальная гигиена [Текст] / Е.И. Гончарук, В.Г. Бардов и др.; под общ. ред. Е.И. Гончарука. – К. : Здоровье, 2006. – 792 с.
112. Коммунальная гигиена [Текст] / под. ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.
113. Паровые утюги: горячее дыхание современности [Электронный ресурс] / URL: <http://zoom.cnews.ru/publication/item/2000/2> (Дата обращения: 07.08.2017).
114. Как правильно выбрать моющий пылесос? [Электронный ресурс] / URL: <http://www.avb.com.ua/article/pilesos/> (Дата обращения: 07.08.2017).
115. Устройство сантехники [Электронный ресурс] / URL: <http://bezsantexnika.ru/ustrojstvo/obem-slivnogo-bachka-unitaza.html>, (Дата обращения: 07.08.2017).
116. Проект «Інструкція з нормування та визначення фактичної величини витрат холодної та гарячої води у житлових будинках», розроблений ДАЖКГ Мінжитлокомунгоспу України – з матеріалів семінару «Організація роботи з розроблення та затвердження індивідуальних технологічних нормативів використання питної води у житлово-експлуатаційних підприємствах. Покращення договірної роботи та розрахунків з водоканалами» [Текст] - Київ, 2008.
117. «Експерт. Кто оплатит «потерянную» воду?» // Газета «Вести Донбасса» №49(90), 18.12.2009 С. 10 – [Электронный ресурс] / URL: <http://www.voda.dn.ua/files/prensa/solomka.pdf> (Дата обращения: 07.08.2017).
118. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов [Текст] / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
119. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 404 с.
120. Баженов, Ю.М. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона [Текст] / Ю.М. Баженов, В.А. Вознесенский. – М.: Стройиздат, 1974. – 192 с.

121. Хан, Г. Статистические модели в инженерных задачах / Г. Хан, С. Шапиро; пер. с англ. Е. Г. Коваленко; под ред. В. В. Налимова – М.: Мир, 1969. – 395 с.: ил.
122. Сырцова, Е.Д. Математические методы в планировании и управлении строительным производством. Учебное пособие [Текст] / Е.Д. Сырцова – М., «Высшая школа», 1972. – 336 стр. с илл.
123. ГОСТ Р 50779.21–2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение [Текст]. – Введ. 2004–01–12. – М. : Изд–во стандартов, 2004. – 44 с.
124. Гурский, Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики [Текст] / Е.И. Гурский. – М.: Высшая школа, 1971. – 328 с.
125. Никитина, Н.Ш. Математическая статистика для экономистов: Учебное пособие [Текст] / Н.Ш. Никитина // М. – Новосибирск.: ИНФРА–М–НГТУ, 2001. – 170 с.
126. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. Справочное пособие [Текст] / С.А. Айвазян– М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
127. ЩигOLEв, Б.М. Математическая обработка результатов измерений [Текст] / Б.М. ЩигOLEв – М.: Наука, 1969. – 344 с.
128. Яковлев, К.П. Математическая обработка результатов наблюдений [Текст] / К.П. Яковлев– М.: Наука, 1953. – 383 с.
129. Tukey, J.W. Annals of mathematical statistics / J.W. Tukey // The Future of Data Analysis – Vol. 33, №1 – 1962.
130. Кедров, В.С. Санитарно–техническое оборудование зданий [Текст]: учебник для вузов / В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. – 2–е изд., перераб. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 480 с.
131. Черносвитов М. Д. Динамика режимов и величин удельного водопотребления населением города: дис... канд. техн. наук: 05.23.04: защищена 04.07.2011 / Черносвитов Михаил Дмитриевич. – Самара, 2011. – 213 с.

132. Хатанбаатарын, А. Усовершенствование методики нормирования водопотребления населением в крупных городах Монголии [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.23.04: защищена 2004 / Хатанбаатарын Алтантуул. – Новосибирск, 2004. – 189 с.

133. Тауфик, М. Ю. Обоснование нормативов водопотребления в жилищном фонде стран Ближнего Востока (на примере Палестины) [Текст]: Автореферат канд. техн. наук. / Тауфик Мохамед Юсеф – М., Изд-во РУДН. 2000. – 16 с.

134. Тауфик, М. Ю. Влияние заселенности на величину водопотребления в жилых зданиях [Текст] / М. Ю. Тауфик, А. П. Свинцов // Жилищное строительство. – 2000, – № 10. – С. 9-11.

135. Свинцов, А.П. Мотивация как фактор управления процессом водопотребления [Текст] / А.П. Свинцов // Жилищное строительство. 2001. №7 – С. 20-21.

136. Розрахунок нормативів питного водопостачання для населення м. Макіївки [Текст] / Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка – 2010. – 47 с.

137. Розрахунок нормативів питного водопостачання для населення м. Макіївки [Текст] / Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка – 2006. – 47 с.

138. Нормы потребления питьевой воды потребителями г. Макеевки – Решение исполнительного комитета Макеевского городского совета от 16.05.2007 года № 705 «Про затвердження норм питного водопостачання».

139. Указ Главы ДНР №147 от 16 июня 2017г. «О внесении изменений в Указ Главы Донецкой Народной Республики от 31 августа 2015г. №329–1«Об утверждении тарифов на услуги централизованного теплоснабжения и горячего водоснабжения, централизованного холодного водоснабжения и водоотведения» [Электронный ресурс] / URL: https://old.dnr-online.ru/wp-content/uploads/2017/07/Ukaz_N147_16062017.pdf (Дата обращения: 07.08.2017).

Приложение А. Эксплуатационные данные по КП "Макеевский горводоканал"

Таблица А.1 – Ориентировочный перечень видов норм водопотребления населением г. Макеевка [139]

N п/п	Наименование нормы водопотребления	Действующая норма, л/(сут.чел.)	
		водопотребление	стоки
1	2	3	4
1. Нормы водопотребления для потребителей, проживающих в частных домовладениях			
1.	с использованием питьевой воды из уличных водоразборных колонок	50	0
2.	с использованием питьевой воды из уличных водоразборных колонок и канализацией	50	50
3.	с использованием питьевой воды с дворовых водоразборных кранов	130	0
4.	с использованием питьевой воды с дворовых водоразборных кранов и канализацией	130	130
5.	с водопроводом в зданиях без ванн, печное отопление	150	0
6.	с водопроводом в зданиях без ванн, печное отопление, с канализацией	150	150
7.	с водопроводом в зданиях без ванн и электро-, газовыми плитами	170	0
8.	с водопроводом в зданиях без ванн и электро-, газовыми плитами с канализацией	170	170
9.	с водопроводом в здании с ванной, печное отопление	240	0
10.	с водопроводом в здании с ванной, печное отопление с канализацией	240	240
11.	с водопроводом в здании с ванной и электро-, газовыми плитами	305	0
12.	с водопроводом в здании с ванной и электро-, газовыми плитами с канализацией	305	305
13.	с водопроводом в здании с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками	320	0
14.	с водопроводом в здании с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками с канализацией	320	320
15.	жильё повышенной комфортности (водопровод, ванна, газовая колонка, баня, сауна, бассейн)	400	0
16.	жильё повышенной комфортности (водопровод, ванна, газовая колонка, баня, сауна, бассейн) с канализацией	400	400
2. Нормы водопотребления для потребителей, проживающих в многоквартирных зданиях			
17.	с водопроводом с ванной, печное отопление	240	0
18.	с водопроводом с ванной, печное отопление с канализацией	240	240
19.	с водопроводом с ванной и электро-, газовыми плитами	305	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4
20.	с водопроводом с ванной и электро-, газовыми плитами с канализацией	305	305
21.	с водопроводом с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками	320	0
22.	с водопроводом с ванной и электро-, газовыми плитами, газовыми колонками с канализацией	320	320
23.	благоустроенные квартиры с электро-, газовыми плитами с сидячей ванной или душевыми сетками, горячее водоснабжение	240	330
24.	благоустроенные квартиры с электро-, газовыми плитами с сидячей ванной или душевыми сетками при временном отсутствии горячей воды	275	275
25.	благоустроенные квартиры с электро-, газовыми плитами и ванной, горячее водоснабжение	285	390
26.	благоустроенные квартиры с электро-, газовыми плитами и ванной при временном отсутствии горячей воды	305	305
27.	водопровод, ванна, горячее водоснабжение с повышенными требованиями к благоустройству и высотой здания более 12 этажей	285	400
28.	водопровод, ванна, горячее водоснабжение с повышенными требованиями к благоустройству и высотой здания более 12 этажей с канализацией	305	305
3. Нормы водопотребления для потребителей, проживающих в общежитиях			
29.	в общежитиях с кухнями и душевыми в каждой секции здания	190	190
4. Нормы водопотребления в период чрезвычайных ситуаций			
30.	водопотребление в период чрезвычайных ситуаций	50	0

Таблица А.2 – Баланс водопотребления предприятий питьевого водоснабжения по КП "Макеевский горводоканал" [139]

№ п/п	Показатели расхода воды	Фактические расходы воды, тыс.м ³				
		2007г.	2008г.	2009г.	план 2010г. по нормативны м потерям	план 2010г. по фактическим потерям
1	2	3	4	5	6	7
1.	Покупная вода	56350	56172	55104	35867	55104
2.	Вода из собственных источников	234	234	240	240	240
3.	Подача воды в систему ПРВ (товарная вода)	56584	56406	55344	36107	55344
4.	Реализация воды всего:	19893	19288	18122	18122	18122
	в т.ч. – населению	16325	15828	14985	14985	14985
	- комбыту и бюджетным организациям	703	655	610	610	610
	промышленности и предприн.структурам и др. потребителям	2865	2805	2527	2527	2527
5.	Использование товарной воды Водоканалом всего:	36691 (64,8%)	37118 (65,8%)	37222 (67,3%)	17985 (49,81%)	37222 (67,3%)

Таблица А.3 – График подачи питьевой воды с повышенным давлением по г.Макеевка КП "Макеевский горводоканал" (утвержден Распоряжением главы администрации города Макеевки от 09.09.2016 № 484)

№ п/п	Наименование участка	График подачи
1	2	3
1	Центрально-Городской	будни с 5.00 до 9.00; с 18.00 до 22.00; выходные с 6.00 до 10.00; с 18.00 до 22.00
2	Горняцкий	будни с 5.00 до 9.00; с 18.00 до 22.00; выходные с 6.00 до 10.00; с 18.00 до 22.00
3	Червоногвардейский	будни с 5.00 до 9.00; с 18.00 до 22.00; выходные с 6.00 до 10.00; с 18.00 до 22.00
4	Кировский	будни с 5.00 до 9.00; с 18.00 до 22.00; выходные с 6.00 до 10.00; с 18.00 до 22.00
5	Советский	будни с 5.00 до 9.00; с 18.00 до 22.00; выходные с 6.00 до 10.00; с 18.00 до 22.00

Приложение Б. Результаты обследования зданий для выявления реального водопотребления населением

Таблица Б.1 – Обследование зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями для выявления реального водопотребления населением

Н п/п исследуемых зданий	Количество жильцов	Период измерений, сут	Расход воды жильцами, м ³ /год	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5
1	4	365	62,00	42,47
2	3	365	216,76	197,95
3	3	365	31,34	28,62
4	4	365	80,00	54,79
5	4	365	55,00	37,67
6	3	365	47,00	42,92
7	5	365	73,34	40,19
8	3	365	19,00	17,35
9	1	365	40,00	109,59
10	2	365	5,26	7,21
11	2	365	83,50	114,38
12	3	365	44,00	40,18
13	1	365	99,34	272,16
14	3	365	9,00	8,22
15	4	365	17,00	11,64
16	4	365	12,00	8,22
17	4	365	12,00	8,22
18	2	365	22,89	31,36
19	4	365	97,50	66,78
20	4	365	33,80	23,15
21	2	365	21,14	28,96
22	2	365	32,50	44,52
23	1	365	51,32	140,60
24	1	365	57,22	156,77
25	3	365	25,16	22,98
26	5	365	26,00	14,25
27	4	365	92,01	63,02
28	3	365	63,00	57,53
29	2	365	87,00	119,18
30	3	365	75,00	68,49
31	3	365	49,00	44,75
32	3	365	9,00	8,22
33	1	365	86,00	235,62
34	1	365	43,16	118,25
35	3	365	158,00	144,29
36	5	365	110,00	60,27
37	2	365	122,99	168,48
38	1	365	130,02	356,22

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
39	1	365	97,64	267,51
40	1	365	3,76	10,30
41	1	365	38,00	104,11
42	3	365	174,00	158,90
43	3	365	29,00	26,48
44	3	365	111,98	102,26
45	2	365	71,00	97,26
46	3	365	106,00	96,80
47	1	365	32,66	89,48
48	3	365	77,25	70,55
49	2	365	29,99	41,08
50	3	365	130,00	118,72
51	5	365	87,00	47,67
52	1	365	94,00	257,53
53	4	365	83,75	57,36
54	2	365	115,33	157,99
55	1	365	23,00	63,01
56	2	365	6,75	9,25
57	3	365	24,00	21,92
58	1	365	105,00	287,67
59	2	365	195,00	267,12
60	2	365	23,50	32,19
61	2	365	50,00	68,49
62	2	365	37,00	50,68
63	3	365	40,33	36,83
64	1	365	84,99	232,85
65	2	365	49,00	67,12
66	2	365	47,00	64,38
67	4	365	24,90	17,05
68	2	365	78,00	106,85
69	1	365	18,77	51,42
70	3	365	76,01	69,42
71	3	365	16,46	15,03
72	3	365	25,26	23,07
73	6	365	54,33	24,81
74	2	365	34,50	47,26
75	1	365	3,00	8,22
76	1	365	31,10	85,21
77	2	365	117,75	161,30
78	2	365	74,00	101,37
79	1	365	10,47	28,68
80	5	365	175,00	95,89
81	2	365	5,00	6,85
82	2	365	50,50	69,18
83	1	365	21,00	57,53
84	2	365	30,00	41,10
85	1	365	3,00	8,22
86	1	365	9,25	25,34

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
87	3	365	63,40	57,90
88	5	365	46,00	25,21
89	1	365	3,00	8,22
90	5	365	57,50	31,51
91	3	365	75,00	68,49
92	3	365	71,00	64,84
93	1	365	28,00	76,71
94	1	365	20,90	57,26
95	4	365	103,00	70,55
96	5	365	100,00	54,79
97	4	365	25,50	17,47
98	1	365	57,01	156,19
99	3	365	109,00	99,54
100	4	365	39,00	26,71
101	2	365	20,00	27,40
102	3	365	42,00	38,36
103	1	365	7,00	19,18
104	3	365	69,00	63,01
105	2	365	62,00	84,93
106	4	365	37,00	25,34
107	3	365	84,00	76,71
108	1	365	3,37	9,23
109	4	365	46,00	31,51
110	3	365	80,00	73,06
111	3	365	173,00	157,99
112	4	365	138,89	95,13
113	4	365	43,60	29,86
114	3	365	38,00	34,70
115	4	365	182,01	124,66
116	4	365	130,00	89,04
117	3	365	105,99	96,79
118	2	365	76,50	104,79
119	1	365	3,00	8,22
120	2	365	140,00	191,78
121	2	365	67,00	91,78
122	2	365	118,00	161,64
123	4	365	178,00	121,92
124	6	365	260,00	118,72
125	4	365	276,68	189,51
126	4	365	76,00	52,05
127	4	365	29,00	19,86
128	3	365	260,00	237,44
129	5	365	89,66	49,13
130	1	365	3,00	8,22
131	1	365	3,00	8,22
132	1	365	42,34	116,00
133	1	365	51,00	139,73
134	2	365	98,75	135,27

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
135	3	365	95,50	87,21
136	3	365	75,14	68,62
137	2	365	157,68	216,00
138	3	365	9,00	8,22
139	1	365	26,00	71,23
140	1	365	152,50	417,81
141	1	365	62,00	169,86
142	1	365	54,00	147,95
143	3	365	4,68	4,27
144	4	365	196,00	134,25
145	3	365	70,00	63,93
146	3	365	119,33	108,98
147	2	365	26,50	36,30
148	3	365	80,00	73,06
149	4	365	163,00	111,64
150	3	365	113,00	103,20
151	2	365	127,09	174,10
152	1	365	70,00	191,78
153	2	365	213,75	292,81
154	1	365	69,00	189,04
155	2	365	64,00	87,67
156	2	365	33,50	45,89
157	5	365	47,00	25,75
158	4	365	164,66	112,78
159	1	365	130,00	356,16
160	4	365	85,00	58,22
161	1	365	57,00	156,16
162	1	365	76,00	208,22
163	6	365	100,00	45,66
164	4	365	51,53	35,29
165	4	365	295,36	202,30
166	2	365	119,50	163,70
167	4	365	16,24	11,12
168	1	365	209,50	573,97
169	3	365	72,50	66,21
170	1	365	63,01	172,63
171	2	365	44,00	60,27
172	4	365	13,00	8,90
173	3	365	83,01	75,81
174	6	365	162,50	74,20
175	1	365	36,00	98,63
176	2	365	52,00	71,23
177	3	365	27,00	24,66
178	2	365	6,00	8,22
179	1	365	52,67	144,30
180	1	365	3,00	8,22
181	4	365	31,50	21,58
182	3	365	80,00	73,06

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5
183	4	365	91,00	62,33
184	2	365	6,00	8,22
185	1	365	129,84	355,73
186	3	365	62,34	56,93
187	1	365	3,00	8,22
188	1	365	38,48	105,42
189	2	365	10,00	13,70
190	2	365	115,00	157,53
191	3	365	280,00	255,71
192	4	365	34,50	23,63
193	2	365	145,00	198,63
194	4	365	54,99	37,66
195	3	365	58,50	53,42
196	1	365	114,17	312,79
197	2	365	79,16	108,44
198	3	365	104,00	94,98
199	3	365	110,50	100,91
200	2	365	275,35	377,19
201	4	365	100,50	68,84
202	4	365	4,00	2,74
203	2	365	32,50	44,52
204	3	365	302,67	276,41
205	1	365	101,04	276,82
206	2	365	191,99	263,00
207	2	365	230,00	315,07
208	4	365	19,26	13,19
209	4	365	106,49	72,94
210	1	365	37,00	101,37
211	4	365	30,50	20,89
212	2	365	73,58	100,79
213	1	365	67,61	185,22
214	3	365	68,94	62,96
215	1	365	66,07	181,01
216	3	365	93,85	85,71
217	2	365	55,62	76,19
218	4	365	123,40	84,52
219	4	365	126,87	86,90
220	1	365	118,19	323,81
221	5	365	35,92	19,68
222	4	365	230,27	157,72
223	2	365	56,78	77,78
224	1	365	36,50	100,00
225	4	365	72,42	49,60
Всего 225 здания	Всего 587 человек		Σ расход воды жильцами, 17110,03 м ³ /год	
Среднее удельное водопотребление, 79,86 л/(сут·чел.)				

Таблица Б.2 – Обследование зданий с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями, работающими на твёрдом топливе, для выявления реального водопотребления населением

№ п/п исследуемых зданий	Количество жильцов	Период измерений, сут	Расход воды жильцами, м ³ /год	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5
1	4	365	293,20	200,82
2	5	365	372,00	203,84
3	3	365	217,00	198,17
4	1	365	76,40	209,32
5	2	365	132,04	180,88
6	4	365	63,00	43,15
7	5	365	44,50	24,38
8	2	365	124,48	170,52
9	5	365	7,74	4,24
10	4	365	84,99	58,21
11	2	365	56,00	76,71
12	2	365	17,00	23,29
13	2	365	88,00	120,55
14	3	365	29,00	26,48
15	3	365	176,24	160,95
16	1	365	76,40	209,32
17	2	365	30,94	42,38
18	2	365	116,67	159,82
19	1	365	36,00	98,63
20	3	365	54,00	49,32
21	1	365	52,50	143,84
22	4	365	45,01	30,83
23	1	365	86,68	237,48
24	1	365	58,34	159,84
25	4	365	45,58	31,22
26	1	365	110,96	304,00
27	1	365	69,01	189,07
28	1	365	67,27	184,30
29	4	365	45,50	31,16
30	4	365	76,00	52,05
31	4	365	70,00	47,95
32	4	365	77,00	52,74
33	1	365	97,00	265,75
34	6	365	40,00	18,26
35	4	365	24,00	16,44
36	1	365	1,89	5,18
37	2	365	24,80	33,97
38	3	365	6,00	5,48
39	1	365	8,40	23,01
40	2	365	48,00	65,75
41	5	365	20,00	10,96

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5
42	4	365	89,00	60,96
43	2	365	6,80	9,32
44	1	365	1,32	3,62
45	2	365	23,01	31,52
46	2	365	64,33	88,12
47	2	365	75,00	102,74
48	2	365	255,00	349,32
49	4	365	147,00	100,68
50	3	365	75,99	69,40
51	1	365	52,30	143,29
52	1	365	161,47	442,38
53	3	365	241,99	221,00
54	5	365	125,00	68,49
55	2	365	97,00	132,88
56	3	365	68,00	62,10
57	1	365	3,00	8,22
58	6	365	329,31	150,37
59	3	365	44,00	40,18
60	3	365	141,89	129,58
61	4	365	99,00	67,81
62	5	365	67,74	37,12
63	4	365	61,00	41,78
64	3	365	10,43	9,53
65	1	365	29,00	79,45
66	1	365	79,00	216,44
67	1	365	54,11	148,25
68	2	365	178,00	243,84
69	3	365	123,99	113,23
70	4	365	76,47	52,38
71	1	365	26,65	73,02
72	6	365	44,61	20,37
73	3	365	20,86	19,05
74	4	365	49,83	34,13
75	2	365	33,94	46,49
76	2	365	56,78	77,78
77	4	365	47,32	32,41
78	5	365	31,86	17,46
79	3	365	50,40	46,03
80	2	365	169,18	231,75
81	4	365	177,45	121,54
82	4	365	78,80	53,97
83	2	365	137,66	188,57
84	2	365	111,00	152,06
85	4	365	38,82	26,59
86	4	365	46,36	31,75
87	3	365	67,78	61,90
Всего 87 зданий	Всего 244 человека		Σ расход воды жильцами, 7138,99 м ³ /год	
Среднее удельное водопотребление, 80,16 л/(сут·чел.)				

Таблица Б.3 – Обследование зданий с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением для выявления реального водопотребления населением

№ п/п исследуемых зданий	Количество жильцов	Период измерений, сут	Расход воды жильцами, м ³ /год	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5
1	3	365	14,00	12,79
2	1	365	60,77	166,49
3	1	365	1,43	3,92
4	2	365	17,57	24,07
5	1	365	39,00	106,85
6	2	365	111,18	152,30
7	4	365	47,83	32,76
8	1	365	48,41	132,63
9	1	365	35,00	95,89
10	1	365	36,00	98,63
11	1	365	53,08	145,42
12	1	365	48,41	132,63
13	4	365	70,00	47,95
14	3	365	82,00	74,89
15	1	365	69,00	189,04
16	4	365	34,29	23,49
17	2	365	10,00	13,70
18	3	365	34,50	31,51
19	7	365	71,00	27,79
20	1	365	17,00	46,58
21	3	365	58,00	52,97
22	3	365	80,80	73,79
23	3	365	9,00	8,22
24	3	365	16,00	14,61
25	1	365	63,00	172,60
26	2	365	61,00	83,56
27	1	365	45,20	123,84
28	3	365	84,18	76,88
29	2	365	35,63	48,81
30	5	365	132,60	72,66
31	2	365	67,20	92,06
32	4	365	155,27	106,35
33	3	365	59,68	54,50
34	2	365	35,92	49,21
35	2	365	29,40	40,28
36	2	365	58,52	80,16
37	5	365	48,09	26,35
38	4	365	141,99	97,25
39	2	365	49,82	68,25
Всего 39 зданий	Всего 96 человек		∑ расход воды жильцами, 2131,78 м ³ /год	
Среднее удельное водопотребление, 60,84 л/(сут·чел.)				

Таблица Б.4 – Обследование зданий с водопроводом, канализацией, без ванн
для выявления реального водопотребления населением

№ п/п исследуемых зданий	Количество жильцов	Период измерений, сут	Расход воды жильцами, м ³ /год	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2	3	4	5
1	2	365	93,00	127,40
2	1	365	44,00	120,55
3	3	365	90,00	82,19
4	2	365	22,00	30,14
5	3	365	45,00	41,10
6	2	365	6,00	8,22
7	1	365	3,00	8,22
8	1	365	134,00	367,12
9	3	365	44,01	40,19
10	3	365	64,02	58,47
11	1	365	3,00	8,22
12	3	365	32,00	29,22
13	2	365	9,00	12,33
14	1	365	38,70	106,03
15	4	365	56,01	38,36
16	5	365	59,99	32,87
17	2	365	32,00	43,84
18	4	365	22,50	15,41
19	5	365	44,82	24,56
20	2	365	46,84	64,16
21	4	365	21,00	14,38
22	3	365	105,00	95,89
23	1	365	63,00	172,60
24	3	365	55,80	50,96
25	1	365	73,14	200,38
26	5	365	38,00	20,82
27	4	365	16,01	10,97
28	1	365	10,33	28,30
29	2	365	14,90	20,41
30	3	365	6,00	5,48
31	2	365	35,70	48,90
32	1	365	3,00	8,22
33	1	365	63,50	173,97
34	1	365	39,00	106,85
35	5	365	261,15	143,10
36	2	365	54,00	73,97
37	2	365	54,00	73,97
38	1	365	3,00	8,22
39	3	365	68,66	62,70
40	5	365	62,00	33,97
41	2	365	48,54	66,49
42	2	365	90,18	123,53
43	3	365	14,01	12,79

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5
44	3	365	72,01	65,76
45	2	365	87,40	119,73
46	3	365	88,00	80,37
47	3	365	150,73	137,65
48	2	365	32,44	44,44
49	2	365	77,73	106,48
50	5	365	95,30	52,22
51	1	365	29,06	79,63
52	3	365	25,69	23,46
53	3	365	113,55	103,70
54	1	365	64,21	175,93
55	2	365	91,79	125,74
Всего 55 здания	Всего 137 человек		Σ расход воды жильцами, 3017,73 м ³ /год	
Среднее удельное водопотребление 60,35 л/(сут.чел.)				

Приложение В. Изменение удельного водопотребления в зависимости от заселенности квартиры в зданиях разного вида благоустройства

Таблица В.1 – Средние удельные расходы воды в зависимости от заселенности квартиры в зданиях с водопроводом, канализацией и ваннами, с газовыми водонагревателями

Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут·чел.)
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	109,59	2	7,21	3	197,95	4	42,47	5	40,19	6	24,81
1	272,16	2	114,38	3	28,62	4	54,79	5	14,25	6	118,72
1	140,6	2	31,36	3	42,92	4	37,67	5	60,27	6	45,66
1	156,77	2	28,96	3	17,35	4	11,64	5	47,67	6	74,2
1	235,62	2	44,52	3	40,18	4	8,22	5	95,89	*	65,85
1	118,25	2	119,18	3	8,22	4	8,22	5	25,21		
1	356,22	2	168,48	3	22,98	4	66,78	5	31,51		
1	267,51	2	97,26	3	57,53	4	23,15	5	54,79		
1	10,3	2	41,08	3	68,49	4	63,02	5	49,13		
1	104,11	2	157,99	3	44,75	4	57,36	5	25,75		
1	89,48	2	9,25	3	8,22	4	17,05	5	19,68		
1	257,53	2	267,12	3	144,29	4	70,55	*	42,21		
1	63,01	2	32,19	3	158,9	4	17,47				
1	287,67	2	68,49	3	26,48	4	26,71				
1	232,85	2	50,68	3	102,26	4	25,34				
1	51,42	2	67,12	3	96,8	4	31,51				
1	8,22	2	64,38	3	70,55	4	95,13				
1	85,21	2	106,85	3	118,72	4	29,86				
1	28,68	2	47,26	3	21,92	4	124,66				
1	57,53	2	161,3	3	36,83	4	89,04				
1	8,22	2	101,37	3	69,42	4	121,92				
1	25,34	2	6,85	3	15,03	4	189,51				
1	8,22	2	69,18	3	23,07	4	52,05				
1	76,71	2	41,1	3	57,9	4	19,86				
1	57,26	2	27,4	3	68,49	4	134,25				
1	156,19	2	84,93	3	64,84	4	111,64				
1	19,18	2	104,79	3	99,54	4	112,78				
1	9,23	2	191,78	3	38,36	4	58,22				
1	8,22	2	91,78	3	63,01	4	35,29				
1	8,22	2	161,64	3	76,71	4	202,3				
1	8,22	2	135,27	3	73,06	4	11,12				
1	116	2	216	3	157,99	4	8,9				
1	139,73	2	36,3	3	34,7	4	21,58				
1	71,23	2	174,1	3	96,79	4	62,33				
1	417,81	2	292,81	3	237,44	4	23,63				
1	169,86	2	87,67	3	87,21	4	37,66				
1	147,95	2	45,89	3	68,62	4	68,84				
1	191,78	2	163,7	3	8,22	4	2,74				
1	189,04	2	60,27	3	4,27	4	13,19				
1	356,16	2	71,23	3	63,93	4	72,94				
1	156,16	2	8,22	3	108,98	4	20,89				
1	208,22	2	8,22	3	73,06	4	84,52				
1	573,97	2	13,7	3	103,2	4	86,9				
1	172,63	2	157,53	3	66,21	4	157,72				
1	98,63	2	198,63	3	75,81	4	49,6				
1	144,3	2	108,44	3	24,66	*	59,13				
1	8,22	2	377,19	3	73,06						
1	355,73	2	44,52	3	56,93						
1	8,22	2	263	3	255,71						
1	105,42	2	315,07	3	53,42						
1	312,79	2	100,79	3	94,98						
1	276,82	2	76,19	3	100,91						
1	101,37	2	77,78	3	276,41						
1	185,22	*	105,63	3	62,96						
1	181,01			3	85,71						
1	100			*	76,99						
*	147,89										

*среднеарифметическое значение удельного водопотребления, л/(сут·чел.)

Таблица В.2 – Средние удельные расходы воды в зависимости заселенности квартиры в зданиях с водопроводом, канализацией и ваннами, с водонагревателями на твердом топливе

Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)	Заселенность квартиры, чел.	Удельное водопотребление, л/(сут.чел.)
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	209,32	2	180,88	3	198,17	4	200,82	5	203,84	6	18,26
1	209,32	2	170,52	3	26,48	4	43,15	5	24,38	6	150,37
1	98,63	2	76,71	3	160,95	4	58,21	5	4,24	6	20,37
1	143,84	2	23,29	3	49,32	4	30,83	5	10,96	*	63,00
1	237,48	2	120,55	3	5,48	4	31,22	5	68,49		
1	159,84	2	42,38	3	69,4	4	31,16	5	37,12		
1	304	2	159,82	3	221	4	52,05	5	17,46		
1	189,07	2	33,97	3	62,1	4	47,95	*	52,36		
1	184,3	2	65,75	3	40,18	4	52,74				
1	265,75	2	9,32	3	129,58	4	16,44				
1	5,18	2	31,52	3	9,53	4	60,96				
1	23,01	2	88,12	3	113,23	4	100,68				
1	3,62	2	102,74	3	19,05	4	67,81				
1	143,29	2	349,32	3	46,03	4	41,78				
1	442,38	2	132,88	3	61,9	4	52,38				
1	8,22	2	243,84	*	80,83	4	34,13				
1	79,45	2	46,49			4	32,41				
1	216,44	2	77,78			4	121,54				
1	148,25	2	231,75			4	53,97				
1	73,02	2	188,57			4	26,59				
*	157,22	2	152,06			4	31,75				
		*	120,39			*	56,60				

Таблица В.3 – Средние удельные расходы воды в зависимости заселенности квартиры в зданиях с водопроводом, канализацией, без ванн, с газоснабжением

1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	166,49	2	24,07	3	12,79	4	32,76	5	72,66	7	27,79
1	3,92	2	152,3	3	74,89	4	47,95	5	26,35	*	27,79
1	106,85	2	13,7	3	31,51	4	23,49	*	49,51		
1	132,63	2	83,56	3	52,97	4	106,35				
1	95,89	2	48,81	3	73,79	4	97,25				
1	98,63	2	92,06	3	8,22	*	61,56				
1	145,42	2	49,21	3	14,61						
1	132,63	2	40,28	3	76,88						
1	189,04	2	80,16	3	54,5						
1	46,58	2	68,25	*	44,46						
1	172,6	*	65,24								
1	123,84										
*	117,88										

Таблица В.4 - Средние удельные расходы воды в зависимости заселенности квартиры в зданиях с водопроводом, канализацией без ванн

1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	120,55	2	127,4	3	82,19	4	38,36	5	32,87
1	8,22	2	30,14	3	41,1	4	15,41	5	24,56
1	367,12	2	8,22	3	40,19	4	14,38	5	20,82
1	8,22	2	12,33	3	58,47	4	10,97	5	143,1
1	106,03	2	43,84	3	29,22	*	19,78	5	33,97
1	172,6	2	64,16	3	95,89			5	52,22
1	200,38	2	20,41	3	50,96			*	51,26
1	28,3	2	48,9	3	5,48				
1	8,22	2	73,97	3	62,7				
1	173,97	2	73,97	3	12,79				
1	106,85	2	66,49	3	65,76				
1	8,22	2	123,53	3	80,37				
1	79,63	2	119,73	3	137,65				
1	175,93	2	44,44	3	23,46				
*	111,73	2	106,48	3	103,7				
		2	125,74	*	59,33				
		*	68,11						

*среднеарифметическое значение удельного водопотребления, л/(сут.чел.)

Приложение Г. Расчет научно обоснованных норм водопотребления населения г. Макеевка

Таблица Г.1 - Данные по выборке жилых зданий (для расчета с учетом корректировок по Методическим рекомендациям по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением, разработанным НИИ КВОВ АКХ)

№ п/п	Количество жильцов, чел	Число квартир	Кэфф. численности жильцов, чел/кв.	Число этажей	Высота этажа, м	Требуемый напор воды по СНиП, м	Степень благоустрой ства квартир
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	1	4	1	2,8	10-14	2
2	3	1	3	1	2,8	10-14	2
3	3	1	3	1	2,8	10-14	2
4	4	1	4	1	2,8	10-14	2
5	4	1	4	1	2,8	10-14	2
6	3	1	3	1	2,8	10-14	2
7	5	1	5	1	2,8	10-14	2
8	1	1	1	1	2,8	10-14	2
9	2	1	2	1	2,8	10-14	2
10	3	1	3	1	2,8	10-14	2
11	1	1	1	1	2,8	10-14	2
12	2	1	2	1	2,8	10-14	2
13	4	1	4	1	2,8	10-14	2
14	4	1	4	1	2,8	10-14	2
15	2	1	2	1	2,8	10-14	2
16	2	1	2	1	2,8	10-14	2
17	4	1	4	1	2,8	10-14	2
18	1	1	1	1	2,8	10-14	2
19	1	1	1	1	2,8	10-14	2
20	3	1	3	1	2,8	10-14	2
21	4	1	4	1	2,8	10-14	2
22	3	1	3	1	2,8	10-14	2
23	2	1	2	1	2,8	10-14	2
24	3	1	3	1	2,8	10-14	2

№ п/п	Количество жильцов, чел	Число квартир	Кэфф. численности жильцов, чел/кв.	Число этажей	Высота этажа, м	Требуемый напор воды по СНиП, м	Степень благоустрой ства квартир
1	2	3	4	5	6	7	8
95	4	1	4	1	2,8	10-14	2
96	3	1	3	1	2,8	10-14	2
97	4	1	4	1	2,8	10-14	2
98	4	1	4	1	2,8	10-14	2
99	3	1	3	1	2,8	10-14	2
100	2	1	2	1	2,8	10-14	2
101	2	1	2	1	2,8	10-14	2
102	2	1	2	1	2,8	10-14	2
103	2	1	2	1	2,8	10-14	2
104	4	1	4	1	2,8	10-14	2
105	6	1	6	1	2,8	10-14	2
106	4	1	4	1	2,8	10-14	2
107	4	1	4	1	2,8	10-14	2
108	3	1	3	1	2,8	10-14	2
109	5	1	5	1	2,8	10-14	2
110	1	1	1	1	2,8	10-14	2
111	1	1	1	1	2,8	10-14	2
112	2	1	2	1	2,8	10-14	2
113	3	1	3	1	2,8	10-14	2
114	3	1	3	1	2,8	10-14	2
115	2	1	2	1	2,8	10-14	2
116	1	1	1	1	2,8	10-14	2
117	1	1	1	1	2,8	10-14	2
118	1	1	1	1	2,8	10-14	2

25	3	1	3	1	2,8	10-14	2
26	1	1	1	1	2,8	10-14	2
27	1	1	1	1	2,8	10-14	2
28	3	1	3	1	2,8	10-14	2
29	5	1	5	1	2,8	10-14	2
30	2	1	2	1	2,8	10-14	2
31	1	1	1	1	2,8	10-14	2
32	1	1	1	1	2,8	10-14	2
33	1	1	1	1	2,8	10-14	2
34	3	1	3	1	2,8	10-14	2
35	3	1	3	1	2,8	10-14	2
36	3	1	3	1	2,8	10-14	2
37	2	1	2	1	2,8	10-14	2
38	3	1	3	1	2,8	10-14	2
39	1	1	1	1	2,8	10-14	2
40	3	1	3	1	2,8	10-14	2
41	2	1	2	1	2,8	10-14	2
42	3	1	3	1	2,8	10-14	2
43	5	1	5	1	2,8	10-14	2
44	1	1	1	1	2,8	10-14	2
45	4	1	4	1	2,8	10-14	2
46	2	1	2	1	2,8	10-14	2
47	1	1	1	1	2,8	10-14	2
48	3	1	3	1	2,8	10-14	2
49	1	1	1	1	2,8	10-14	2
50	2	1	2	1	2,8	10-14	2
51	2	1	2	1	2,8	10-14	2
52	2	1	2	1	2,8	10-14	2
53	2	1	2	1	2,8	10-14	2
54	3	1	3	1	2,8	10-14	2
55	1	1	1	1	2,8	10-14	2
56	2	1	2	1	2,8	10-14	2
57	2	1	2	1	2,8	10-14	2
58	2	1	2	1	2,8	10-14	2
59	1	1	1	1	2,8	10-14	2
60	3	1	3	1	2,8	10-14	2
61	3	1	3	1	2,8	10-14	2

119	1	1	1	1	2,8	10-14	2
120	4	1	4	1	2,8	10-14	2
121	3	1	3	1	2,8	10-14	2
122	3	1	3	1	2,8	10-14	2
123	2	1	2	1	2,8	10-14	2
124	3	1	3	1	2,8	10-14	2
125	4	1	4	1	2,8	10-14	2
126	3	1	3	1	2,8	10-14	2
127	2	1	2	1	2,8	10-14	2
128	1	1	1	1	2,8	10-14	2
129	2	1	2	1	2,8	10-14	2
130	1	1	1	1	2,8	10-14	2
131	2	1	2	1	2,8	10-14	2
132	2	1	2	1	2,8	10-14	2
133	5	1	5	1	2,8	10-14	2
134	4	1	4	1	2,8	10-14	2
135	1	1	1	1	2,8	10-14	2
136	4	1	4	1	2,8	10-14	2
137	1	1	1	1	2,8	10-14	2
138	1	1	1	1	2,8	10-14	2
139	6	1	6	1	2,8	10-14	2
140	4	1	4	1	2,8	10-14	2
141	4	1	4	1	2,8	10-14	2
142	2	1	2	1	2,8	10-14	2
143	3	1	3	1	2,8	10-14	2
144	1	1	1	1	2,8	10-14	2
145	2	1	2	1	2,8	10-14	2
146	3	1	3	1	2,8	10-14	2
147	6	1	6	1	2,8	10-14	2
148	1	1	1	1	2,8	10-14	2
149	2	1	2	1	2,8	10-14	2
150	3	1	3	1	2,8	10-14	2
151	1	1	1	1	2,8	10-14	2
152	4	1	4	1	2,8	10-14	2
153	3	1	3	1	2,8	10-14	2
154	4	1	4	1	2,8	10-14	2
155	1	1	1	1	2,8	10-14	2

62	6	1	6	1	2,8	10-14	2
63	2	1	2	1	2,8	10-14	2
64	1	1	1	1	2,8	10-14	2
65	2	1	2	1	2,8	10-14	2
66	2	1	2	1	2,8	10-14	2
67	1	1	1	1	2,8	10-14	2
68	5	1	5	1	2,8	10-14	2
69	2	1	2	1	2,8	10-14	2
70	1	1	1	1	2,8	10-14	2
71	2	1	2	1	2,8	10-14	2
72	1	1	1	1	2,8	10-14	2
73	3	1	3	1	2,8	10-14	2
74	5	1	5	1	2,8	10-14	2
75	5	1	5	1	2,8	10-14	2
76	3	1	3	1	2,8	10-14	2
77	3	1	3	1	2,8	10-14	2
78	1	1	1	1	2,8	10-14	2
79	1	1	1	1	2,8	10-14	2
80	4	1	4	1	2,8	10-14	2
81	5	1	5	1	2,8	10-14	2
82	1	1	1	1	2,8	10-14	2
83	3	1	3	1	2,8	10-14	2
84	4	1	4	1	2,8	10-14	2
85	2	1	2	1	2,8	10-14	2
86	3	1	3	1	2,8	10-14	2
87	3	1	3	1	2,8	10-14	2
88	2	1	2	1	2,8	10-14	2
89	4	1	4	1	2,8	10-14	2
90	3	1	3	1	2,8	10-14	2
91	4	1	4	1	2,8	10-14	2
92	3	1	3	1	2,8	10-14	2
93	3	1	3	1	2,8	10-14	2
94	4	1	4	1	2,8	10-14	2

156	3	1	3	1	2,8	10-14	2
157	1	1	1	1	2,8	10-14	2
158	2	1	2	1	2,8	10-14	2
159	3	1	3	1	2,8	10-14	2
160	4	1	4	1	2,8	10-14	2
161	2	1	2	1	2,8	10-14	2
162	4	1	4	1	2,8	10-14	2
163	3	1	3	1	2,8	10-14	2
164	1	1	1	1	2,8	10-14	2
165	2	1	2	1	2,8	10-14	2
166	3	1	3	1	2,8	10-14	2
167	3	1	3	1	2,8	10-14	2
168	2	1	2	1	2,8	10-14	2
169	4	1	4	1	2,8	10-14	2
170	2	1	2	1	2,8	10-14	2
171	3	1	3	1	2,8	10-14	2
172	1	1	1	1	2,8	10-14	2
173	2	1	2	1	2,8	10-14	2
174	2	1	2	1	2,8	10-14	2
175	4	1	4	1	2,8	10-14	2
176	1	1	1	1	2,8	10-14	2
177	4	1	4	1	2,8	10-14	2
178	2	1	2	1	2,8	10-14	2
179	1	1	1	1	2,8	10-14	2
180	3	1	3	1	2,8	10-14	2
181	1	1	1	1	2,8	10-14	2
182	3	1	3	1	2,8	10-14	2
183	2	1	2	1	2,8	10-14	2
184	4	1	4	1	2,8	10-14	2
185	4	1	4	1	2,8	10-14	2
186	1	1	1	1	2,8	10-14	2
187	2	1	2	1	2,8	10-14	2
188	1	1	1	1	2,8	10-14	2
189	4	1	4	1	2,8	10-14	2

Таблица Г.2 - Результаты проведенных измерений водопотребления (для расчета с учетом корректировок по Методическим рекомендациям по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением, разработанным НИИ КВОВ АКХ)

N п/п	Кол-во жильцов, чел	Число этажей	Фактическое водопотребле ние $Q_{\text{факт}}$, л/(сут-чел.)	Ночной фактический расход воды $Q_{\text{н.факт}}$, л/(сут-чел.)	Фактический напор на вводе в здание, $H_{\text{факт}}$, м	Эффективный напор воды, $H_{\text{эф}}$, м	Коэффициент численности жителей в квартире, П, чел/кв
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	1	42,47	0	40	26	4
2	3	1	197,95	0	40	26	3
3	3	1	28,62	0	40	26	3
4	4	1	54,79	0	40	26	4
5	4	1	37,67	0	40	26	4
6	3	1	42,92	0	40	26	3
7	5	1	40,19	0	40	26	5
8	1	1	109,59	0	40	26	1
9	2	1	114,38	0	40	26	2
10	3	1	40,18	0	40	26	3
11	1	1	272,16	0	40	26	1
12	2	1	31,36	0	40	26	2
13	4	1	66,78	0	40	26	4
14	4	1	23,15	0	40	26	4
15	2	1	28,96	0	40	26	2
16	2	1	44,52	0	40	26	2
17	4	1	157,72	0	40	26	4
18	1	1	140,6	0	40	26	1
19	1	1	156,77	0	40	26	1
20	3	1	22,98	0	40	26	3
21	4	1	63,02	0	40	26	4
22	3	1	57,53	0	40	26	3
23	2	1	119,18	0	40	26	2
24	3	1	68,49	0	40	26	3
25	3	1	44,75	0	40	26	3

N п/п	Кол-во жильцов, чел	Число этажей	Фактическое водопотребле ние $Q_{\text{факт}}$, л/(сут-чел.)	Ночной фактический расход воды $Q_{\text{н.факт}}$, л/(сут-чел.)	Фактический напор на вводе в здание, $H_{\text{факт}}$, м	Эффективный напор воды, $H_{\text{эф}}$, м	Коэффициент численности жителей в квартире, П, чел/кв
1	2	3	4	5	6	7	8
95	4	1	29,86	0	40	26	4
96	3	1	34,7	0	40	26	3
97	4	1	124,66	0	40	26	4
98	4	1	89,04	0	40	26	4
99	3	1	96,79	0	40	26	3
100	2	1	104,79	0	40	26	2
101	2	1	191,78	0	40	26	2
102	2	1	91,78	0	40	26	2
103	2	1	161,64	0	40	26	2
104	4	1	121,92	0	40	26	4
105	6	1	118,72	0	40	26	6
106	4	1	189,51	0	40	26	4
107	4	1	52,05	0	40	26	4
108	3	1	237,44	0	40	26	3
109	5	1	49,13	0	40	26	5
110	1	1	116	0	40	26	1
111	1	1	139,73	0	40	26	1
112	2	1	135,27	0	40	26	2
113	3	1	87,21	0	40	26	3
114	3	1	68,62	0	40	26	3
115	2	1	216	0	40	26	2
116	1	1	71,23	0	40	26	1
117	1	1	417,81	0	40	26	1
118	1	1	169,86	0	40	26	1
119	1	1	147,95	0	40	26	1

26	1	1	235,62	0	40	26	1
27	1	1	118,25	0	40	26	1
28	3	1	144,29	0	40	26	3
29	5	1	60,27	0	40	26	5
30	2	1	168,48	0	40	26	2
31	1	1	356,22	0	40	26	1
32	1	1	267,51	0	40	26	1
33	1	1	104,11	0	40	26	1
34	3	1	158,9	0	40	26	3
35	3	1	26,48	0	40	26	3
36	3	1	102,26	0	40	26	3
37	2	1	97,26	0	40	26	2
38	3	1	96,8	0	40	26	3
39	1	1	89,48	0	40	26	1
40	3	1	70,55	0	40	26	3
41	2	1	41,08	0	40	26	2
42	3	1	118,72	0	40	26	3
43	5	1	47,67	0	40	26	5
44	1	1	257,53	0	40	26	1
45	4	1	57,36	0	40	26	4
46	2	1	157,99	0	40	26	2
47	1	1	63,01	0	40	26	1
48	3	1	21,92	0	40	26	3
49	1	1	287,67	0	40	26	1
50	2	1	267,12	0	40	26	2
51	2	1	32,19	0	40	26	2
52	2	1	68,49	0	40	26	2
53	2	1	50,68	0	40	26	2
54	3	1	36,83	0	40	26	3
55	1	1	232,85	0	40	26	1
56	2	1	67,12	0	40	26	2
57	2	1	64,38	0	40	26	2
58	2	1	106,85	0	40	26	2
59	1	1	51,42	0	40	26	1
60	3	1	69,42	0	40	26	3
61	3	1	23,07	0	40	26	3
62	6	1	24,81	0	40	26	6

120	4	1	134,25	0	40	26	4
121	3	1	63,93	0	40	26	3
122	3	1	108,98	0	40	26	3
123	2	1	36,3	0	40	26	2
124	3	1	73,06	0	40	26	3
125	4	1	111,64	0	40	26	4
126	3	1	103,2	0	40	26	3
127	2	1	174,1	0	40	26	2
128	1	1	191,78	0	40	26	1
129	2	1	292,81	0	40	26	2
130	1	1	189,04	0	40	26	1
131	2	1	87,67	0	40	26	2
132	2	1	45,89	0	40	26	2
133	5	1	25,75	0	40	26	5
134	4	1	112,78	0	40	26	4
135	1	1	356,16	0	40	26	1
136	4	1	58,22	0	40	26	4
137	1	1	156,16	0	40	26	1
138	1	1	208,22	0	40	26	1
139	6	1	45,66	0	40	26	6
140	4	1	35,29	0	40	26	4
141	4	1	202,3	0	40	26	4
142	2	1	163,7	0	40	26	2
143	3	1	66,21	0	40	26	3
144	1	1	172,63	0	40	26	1
145	2	1	60,27	0	40	26	2
146	3	1	75,81	0	40	26	3
147	6	1	74,2	0	40	26	6
148	1	1	98,63	0	40	26	1
149	2	1	71,23	0	40	26	2
150	3	1	24,66	0	40	26	3
151	1	1	144,3	0	40	26	1
152	4	1	21,58	0	40	26	4
153	3	1	73,06	0	40	26	3
154	4	1	62,33	0	40	26	4
155	1	1	355,73	0	40	26	1
156	3	1	56,93	0	40	26	3

63	2	1	47,26	0	40	26	2
64	1	1	85,21	0	40	26	1
65	2	1	161,3	0	40	26	2
66	2	1	101,37	0	40	26	2
67	1	1	28,68	0	40	26	1
68	5	1	95,89	0	40	26	5
69	2	1	69,18	0	40	26	2
70	1	1	57,53	0	40	26	1
71	2	1	41,1	0	40	26	2
72	1	1	25,34	0	40	26	1
73	3	1	57,9	0	40	26	3
74	5	1	25,21	0	40	26	5
75	5	1	31,51	0	40	26	5
76	3	1	68,49	0	40	26	3
77	3	1	64,84	0	40	26	3
78	1	1	76,71	0	40	26	1
79	1	1	57,26	0	40	26	1
80	4	1	70,55	0	40	26	4
81	5	1	54,79	0	40	26	5
82	1	1	156,19	0	40	26	1
83	3	1	99,54	0	40	26	3
84	4	1	26,71	0	40	26	4
85	2	1	27,4	0	40	26	2
86	3	1	38,36	0	40	26	3
87	3	1	63,01	0	40	26	3
88	2	1	84,93	0	40	26	2
89	4	1	25,34	0	40	26	4
90	3	1	76,71	0	40	26	3
91	4	1	31,51	0	40	26	4
92	3	1	73,06	0	40	26	3
93	3	1	157,99	0	40	26	3
94	4	1	95,13	0	40	26	4

157	1	1	105,42	0	40	26	1
158	2	1	157,53	0	40	26	2
159	3	1	255,71	0	40	26	3
160	4	1	23,63	0	40	26	4
161	2	1	198,63	0	40	26	2
162	4	1	37,66	0	40	26	4
163	3	1	53,42	0	40	26	3
164	1	1	312,79	0	40	26	1
165	2	1	108,44	0	40	26	2
166	3	1	94,98	0	40	26	3
167	3	1	100,91	0	40	26	3
168	2	1	377,19	0	40	26	2
169	4	1	68,84	0	40	26	4
170	2	1	44,52	0	40	26	2
171	3	1	276,41	0	40	26	3
172	1	1	276,82	0	40	26	1
173	2	1	263	0	40	26	2
174	2	1	315,07	0	40	26	2
175	4	1	72,94	0	40	26	4
176	1	1	101,37	0	40	26	1
177	4	1	20,89	0	40	26	4
178	2	1	100,79	0	40	26	2
179	1	1	185,22	0	40	26	1
180	3	1	62,96	0	40	26	3
181	1	1	181,01	0	40	26	1
182	3	1	85,71	0	40	26	3
183	2	1	76,19	0	40	26	2
184	4	1	84,52	0	40	26	4
185	4	1	86,9	0	40	26	4
186	1	1	323,81	0	40	26	1
187	2	1	77,78	0	40	26	2
188	1	1	100	0	40	26	1
189	4	1	49,6	0	40	26	4
			Ср. взвеш. зн-е расхода 91,27				

Таблица Г.3 - Систематизация исследований по объектам выборки (для расчета с учетом корректировок по Методическим рекомендациям по установлению эксплуатационных норм водопотребления населением, разработанным НИИ КВОВ АКХ)

N п/п	Фактическое водопотреблени е $q_{сут.}$ л/(сут·чел.)	Ночной фактический расход воды $q_{н.факт.}$ л/(сут·чел.)	Фактические суточные утечки, $q_{сут.}^y$ л/(сут·чел.)	Фактическая эксплуатаци онная норма водопотребле ния, $q_{сут.факт.}$ л/(сут·чел.)	Полезный удельный суточный расход - $21 \cdot q_{н.пол.}$ л/(сут·чел.)	Эффективный напор воды, $H_{эф.}$ м
1	2	3	4	5	6	7
1	42,47	0	0	42,47	0	26
2	197,95	0	0	197,95	0	26
3	28,62	0	0	28,62	0	26
4	54,79	0	0	54,79	0	26
5	37,67	0	0	37,67	0	26
6	42,92	0	0	42,92	0	26
7	40,19	0	0	40,19	0	26
8	109,59	0	0	109,59	0	26
9	114,38	0	0	114,38	0	26
10	40,18	0	0	40,18	0	26
11	272,16	0	0	272,16	0	26
12	31,36	0	0	31,36	0	26
13	66,78	0	0	66,78	0	26
14	23,15	0	0	23,15	0	26
15	28,96	0	0	28,96	0	26
16	44,52	0	0	44,52	0	26
17	157,72	0	0	157,72	0	26
18	140,6	0	0	140,6	0	26
19	156,77	0	0	156,77	0	26
20	22,98	0	0	22,98	0	26
21	63,02	0	0	63,02	0	26
22	57,53	0	0	57,53	0	26
23	119,18	0	0	119,18	0	26
24	68,49	0	0	68,49	0	26

N п/п	Фактическое водопотребле ние $q_{сут.}$ л/(сут·чел.)	Ночной фактический расход воды $q_{н.факт.}$ л/(сут·чел.)	Фактические суточные утечки, $q_{сут.}^y$ л/(сут·чел.)	Фактическая эксплуатаци онная норма водопотребле ния, $q_{сут.факт.}$ л/(сут·чел.)	Полезный удельный суточный расход - $21 \cdot q_{н.пол.}$ л/(сут·чел.)	Эффективный напор воды, $H_{эф.}$ м
1	2	3	4	5	6	7
95	29,86	0	0	29,86	0	26
96	34,7	0	0	34,7	0	26
97	124,66	0	0	124,66	0	26
98	89,04	0	0	89,04	0	26
99	96,79	0	0	96,79	0	26
100	104,79	0	0	104,79	0	26
101	191,78	0	0	191,78	0	26
102	91,78	0	0	91,78	0	26
103	161,64	0	0	161,64	0	26
104	121,92	0	0	121,92	0	26
105	118,72	0	0	118,72	0	26
106	189,51	0	0	189,51	0	26
107	52,05	0	0	52,05	0	26
108	237,44	0	0	237,44	0	26
109	49,13	0	0	49,13	0	26
110	116	0	0	116	0	26
111	139,73	0	0	139,73	0	26
112	135,27	0	0	135,27	0	26
113	87,21	0	0	87,21	0	26
114	68,62	0	0	68,62	0	26
115	216	0	0	216	0	26
116	71,23	0	0	71,23	0	26
117	417,81	0	0	417,81	0	26
118	169,86	0	0	169,86	0	26

25	44,75	0	0	44,75	0	26
26	235,62	0	0	235,62	0	26
27	118,25	0	0	118,25	0	26
28	144,29	0	0	144,29	0	26
29	60,27	0	0	60,27	0	26
30	168,48	0	0	168,48	0	26
31	356,22	0	0	356,22	0	26
32	267,51	0	0	267,51	0	26
33	104,11	0	0	104,11	0	26
34	158,9	0	0	158,9	0	26
35	26,48	0	0	26,48	0	26
36	102,26	0	0	102,26	0	26
37	97,26	0	0	97,26	0	26
38	96,8	0	0	96,8	0	26
39	89,48	0	0	89,48	0	26
40	70,55	0	0	70,55	0	26
41	41,08	0	0	41,08	0	26
42	118,72	0	0	118,72	0	26
43	47,67	0	0	47,67	0	26
44	257,53	0	0	257,53	0	26
45	57,36	0	0	57,36	0	26
46	157,99	0	0	157,99	0	26
47	63,01	0	0	63,01	0	26
48	21,92	0	0	21,92	0	26
49	287,67	0	0	287,67	0	26
50	267,12	0	0	267,12	0	26
51	32,19	0	0	32,19	0	26
52	68,49	0	0	68,49	0	26
53	50,68	0	0	50,68	0	26
54	36,83	0	0	36,83	0	26
55	232,85	0	0	232,85	0	26
56	67,12	0	0	67,12	0	26
57	64,38	0	0	64,38	0	26
58	106,85	0	0	106,85	0	26
59	51,42	0	0	51,42	0	26
60	69,42	0	0	69,42	0	26
61	23,07	0	0	23,07	0	26

119	147,95	0	0	147,95	0	26
120	134,25	0	0	134,25	0	26
121	63,93	0	0	63,93	0	26
122	108,98	0	0	108,98	0	26
123	36,3	0	0	36,3	0	26
124	73,06	0	0	73,06	0	26
125	111,64	0	0	111,64	0	26
126	103,2	0	0	103,2	0	26
127	174,1	0	0	174,1	0	26
128	191,78	0	0	191,78	0	26
129	292,81	0	0	292,81	0	26
130	189,04	0	0	189,04	0	26
131	87,67	0	0	87,67	0	26
132	45,89	0	0	45,89	0	26
133	25,75	0	0	25,75	0	26
134	112,78	0	0	112,78	0	26
135	356,16	0	0	356,16	0	26
136	58,22	0	0	58,22	0	26
137	156,16	0	0	156,16	0	26
138	208,22	0	0	208,22	0	26
139	45,66	0	0	45,66	0	26
140	35,29	0	0	35,29	0	26
141	202,3	0	0	202,3	0	26
142	163,7	0	0	163,7	0	26
143	66,21	0	0	66,21	0	26
144	172,63	0	0	172,63	0	26
145	60,27	0	0	60,27	0	26
146	75,81	0	0	75,81	0	26
147	74,2	0	0	74,2	0	26
148	98,63	0	0	98,63	0	26
149	71,23	0	0	71,23	0	26
150	24,66	0	0	24,66	0	26
151	144,3	0	0	144,3	0	26
152	21,58	0	0	21,58	0	26
153	73,06	0	0	73,06	0	26
154	62,33	0	0	62,33	0	26
155	355,73	0	0	355,73	0	26

62	24,81	0	0	24,81	0	26
63	47,26	0	0	47,26	0	26
64	85,21	0	0	85,21	0	26
65	161,3	0	0	161,3	0	26
66	101,37	0	0	101,37	0	26
67	28,68	0	0	28,68	0	26
68	95,89	0	0	95,89	0	26
69	69,18	0	0	69,18	0	26
70	57,53	0	0	57,53	0	26
71	41,1	0	0	41,1	0	26
72	25,34	0	0	25,34	0	26
73	57,9	0	0	57,9	0	26
74	25,21	0	0	25,21	0	26
75	31,51	0	0	31,51	0	26
76	68,49	0	0	68,49	0	26
77	64,84	0	0	64,84	0	26
78	76,71	0	0	76,71	0	26
79	57,26	0	0	57,26	0	26
80	70,55	0	0	70,55	0	26
81	54,79	0	0	54,79	0	26
82	156,19	0	0	156,19	0	26
83	99,54	0	0	99,54	0	26
84	26,71	0	0	26,71	0	26
85	27,4	0	0	27,4	0	26
86	38,36	0	0	38,36	0	26
87	63,01	0	0	63,01	0	26
88	84,93	0	0	84,93	0	26
89	25,34	0	0	25,34	0	26
90	76,71	0	0	76,71	0	26
91	31,51	0	0	31,51	0	26
92	73,06	0	0	73,06	0	26
93	157,99	0	0	157,99	0	26
94	95,13	0	0	95,13	0	26

156	56,93	0	0	56,93	0	26
157	105,42	0	0	105,42	0	26
158	157,53	0	0	157,53	0	26
159	255,71	0	0	255,71	0	26
160	23,63	0	0	23,63	0	26
161	198,63	0	0	198,63	0	26
162	37,66	0	0	37,66	0	26
163	53,42	0	0	53,42	0	26
164	312,79	0	0	312,79	0	26
165	108,44	0	0	108,44	0	26
166	94,98	0	0	94,98	0	26
167	100,91	0	0	100,91	0	26
168	377,19	0	0	377,19	0	26
169	68,84	0	0	68,84	0	26
170	44,52	0	0	44,52	0	26
171	276,41	0	0	276,41	0	26
172	276,82	0	0	276,82	0	26
173	263	0	0	263	0	26
174	315,07	0	0	315,07	0	26
175	72,94	0	0	72,94	0	26
176	101,37	0	0	101,37	0	26
177	20,89	0	0	20,89	0	26
178	100,79	0	0	100,79	0	26
179	185,22	0	0	185,22	0	26
180	62,96	0	0	62,96	0	26
181	181,01	0	0	181,01	0	26
182	85,71	0	0	85,71	0	26
183	76,19	0	0	76,19	0	26
184	84,52	0	0	84,52	0	26
185	86,9	0	0	86,9	0	26
186	323,81	0	0	323,81	0	26
187	77,78	0	0	77,78	0	26
188	100	0	0	100	0	26
189	49,6	0	0	49,6	0	26
	Ср. взвеш. зн-е расхода 91,27			Ср. взвеш. зн-е расхода 91,27		

Таблица Г.4 - Расчет нормативов питьевого водоснабжения (с учетом корректировок по Методике определения нормативов питьевого водоснабжения населения, разработанной ГАЖКХ Украины)

№ п/п жилого дома	Количество жильцов	Период измерений, сут	Потреблено воды жильцами по квартирным водомерам, хол.,м3/год	Удельное водопотребление, хол., л/(сут.чел.)	Норма водопотребления, утверж.местным советом л/сут.чел. (приложение А)	Норма питьевого водоснабжения по расчету, л/(сут.чел.)	№ п/п жилого дома	Количество жильцов	Период измерений, сут	Потреблено воды жильцами по квартирным водомерам, хол.,м3/год	Удельное водопотребление, хол., л/(сут.чел.)	Норма водопотребления, утверж.местным советом л/сут.чел. (приложение А)	Норма питьевого водоснабжения по расчету, л/(сут.чел.)
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
частные домовладения													
с водопроводом в здании с ванной и электро-, газовыми плитами													
1	4	365	62	42,47	320	121,46	36	3	365	111,98	102,26	320	121,46
2	3	365	216,76	197,95	320	121,46	37	2	365	71	97,26	320	121,46
3	3	365	31,34	28,62	320	121,46	38	3	365	106	96,8	320	121,46
4	4	365	80	54,79	320	121,46	39	1	365	32,66	89,48	320	121,46
5	4	365	55	37,67	320	121,46	40	3	365	77,25	70,55	320	121,46
6	3	365	47	42,92	320	121,46	41	2	365	29,99	41,08	320	121,46
7	5	365	73,34	40,19	320	121,46	42	3	365	130	118,72	320	121,46
8	1	365	40	109,59	320	121,46	43	5	365	87	47,67	320	121,46
9	2	365	83,5	114,38	320	121,46	44	1	365	94	257,53	320	121,46
10	3	365	44	40,18	320	121,46	45	4	365	83,75	57,36	320	121,46
11	1	365	99,34	272,16	320	121,46	46	2	365	115,33	157,99	320	121,46
12	2	365	22,89	31,36	320	121,46	47	1	365	23	63,01	320	121,46
13	4	365	97,5	66,78	320	121,46	48	3	365	24	21,92	320	121,46
14	4	365	33,8	23,15	320	121,46	49	1	365	105	287,67	320	121,46
15	2	365	21,14	28,96	320	121,46	50	2	365	195	267,12	320	121,46
16	2	365	32,5	44,52	320	121,46	51	2	365	23,5	32,19	320	121,46
17	4	365	230,27	157,72	320	121,46	52	2	365	50	68,49	320	121,46
18	1	365	51,32	140,6	320	121,46	53	2	365	37	50,68	320	121,46
19	1	365	57,22	156,77	320	121,46	54	3	365	40,33	36,83	320	121,46
20	3	365	25,16	22,98	320	121,46	55	1	365	84,99	232,85	320	121,46
21	4	365	92,01	63,02	320	121,46	56	2	365	49	67,12	320	121,46
22	3	365	63	57,53	320	121,46	57	2	365	47	64,38	320	121,46
23	2	365	87	119,18	320	121,46	58	2	365	78	106,85	320	121,46
24	3	365	75	68,49	320	121,46	59	1	365	18,77	51,42	320	121,46
25	3	365	49	44,75	320	121,46	60	3	365	76,01	69,42	320	121,46
26	1	365	86	235,62	320	121,46	61	3	365	25,26	23,07	320	121,46
27	1	365	43,16	118,25	320	121,46	62	6	365	54,33	24,81	320	121,46
28	3	365	158	144,29	320	121,46	63	2	365	34,5	47,26	320	121,46
29	5	365	110	60,27	320	121,46	64	1	365	31,1	85,21	320	121,46
30	2	365	122,99	168,48	320	121,46	65	2	365	117,75	161,3	320	121,46
31	1	365	130,02	356,22	320	121,46	66	2	365	74	101,37	320	121,46
32	1	365	97,64	267,51	320	121,46	67	1	365	10,47	28,68	320	121,46
33	1	365	38	104,11	320	121,46	68	5	365	175	95,89	320	121,46

34	3	365	174	158,9	320	121,46
35	3	365	29	26,48	320	121,46
71	2	365	30	41,1	320	121,46
72	1	365	9,25	25,34	320	121,46
73	3	365	63,4	57,9	320	121,46
74	5	365	46	25,21	320	121,46
75	5	365	57,5	31,51	320	121,46
76	3	365	75	68,49	320	121,46
77	3	365	71	64,84	320	121,46
78	1	365	28	76,71	320	121,46
79	1	365	20,9	57,26	320	121,46
80	4	365	103	70,55	320	121,46
81	5	365	100	54,79	320	121,46
82	1	365	57,01	156,19	320	121,46
83	3	365	109	99,54	320	121,46
84	4	365	39	26,71	320	121,46
85	2	365	20	27,4	320	121,46
86	3	365	42	38,36	320	121,46
87	3	365	69	63,01	320	121,46
88	2	365	62	84,93	320	121,46
89	4	365	37	25,34	320	121,46
90	3	365	84	76,71	320	121,46
91	4	365	46	31,51	320	121,46
92	3	365	80	73,06	320	121,46
93	3	365	173	157,99	320	121,46
94	4	365	138,89	95,13	320	121,46
95	4	365	43,6	29,86	320	121,46
96	3	365	38	34,7	320	121,46
97	4	365	182,01	124,66	320	121,46
98	4	365	130	89,04	320	121,46
99	3	365	105,99	96,79	320	121,46
100	2	365	76,5	104,79	320	121,46
101	2	365	140	191,78	320	121,46
102	2	365	67	91,78	320	121,46
103	2	365	118	161,64	320	121,46
104	4	365	178	121,92	320	121,46
105	6	365	260	118,72	320	121,46
106	4	365	276,68	189,51	320	121,46
107	4	365	76	52,05	320	121,46
108	3	365	260	237,44	320	121,46
109	5	365	89,66	49,13	320	121,46
110	1	365	42,34	116	320	121,46
111	1	365	51	139,73	320	121,46
112	2	365	98,75	135,27	320	121,46

69	2	365	50,5	69,18	320	121,46
70	1	365	21	57,53	320	121,46
115	2	365	157,68	216	320	121,46
116	1	365	26	71,23	320	121,46
117	1	365	152,5	417,81	320	121,46
118	1	365	62	169,86	320	121,46
119	1	365	54	147,95	320	121,46
120	4	365	196	134,25	320	121,46
121	3	365	70	63,93	320	121,46
122	3	365	119,33	108,98	320	121,46
123	2	365	26,5	36,3	320	121,46
124	3	365	80	73,06	320	121,46
125	4	365	163	111,64	320	121,46
126	3	365	113	103,2	320	121,46
127	2	365	127,09	174,1	320	121,46
128	1	365	70	191,78	320	121,46
129	2	365	213,75	292,81	320	121,46
130	1	365	69	189,04	320	121,46
131	2	365	64	87,67	320	121,46
132	2	365	33,5	45,89	320	121,46
133	5	365	47	25,75	320	121,46
134	4	365	164,66	112,78	320	121,46
135	1	365	130	356,16	320	121,46
136	4	365	85	58,22	320	121,46
137	1	365	57	156,16	320	121,46
138	1	365	76	208,22	320	121,46
139	6	365	100	45,66	320	121,46
140	4	365	51,53	35,29	320	121,46
141	4	365	295,36	202,3	320	121,46
142	2	365	119,5	163,7	320	121,46
143	3	365	72,5	66,21	320	121,46
144	1	365	63,01	172,63	320	121,46
145	2	365	44	60,27	320	121,46
146	3	365	83,01	75,81	320	121,46
147	6	365	162,5	74,2	320	121,46
148	1	365	36	98,63	320	121,46
149	2	365	52	71,23	320	121,46
150	3	365	27	24,66	320	121,46
151	1	365	52,67	144,3	320	121,46
152	4	365	31,5	21,58	320	121,46
153	3	365	80	73,06	320	121,46
154	4	365	91	62,33	320	121,46
155	1	365	129,84	355,73	320	121,46
156	3	365	62,34	56,93	320	121,46

113	3	365	95,5	87,21	320	121,46	157	1	365	38,48	105,42	320	121,46
114	3	365	75,14	68,62	320	121,46	158	2	365	115	157,53	320	121,46
159	3	365	280	255,71	320	121,46	175	4	365	106,49	72,94	320	121,46
160	4	365	34,5	23,63	320	121,46	176	1	365	37	101,37	320	121,46
161	2	365	145	198,63	320	121,46	177	4	365	30,5	20,89	320	121,46
162	4	365	54,99	37,66	320	121,46	178	2	365	73,58	100,79	320	121,46
163	3	365	58,5	53,42	320	121,46	179	1	365	67,61	185,22	320	121,46
164	1	365	114,17	312,79	320	121,46	180	3	365	68,94	62,96	320	121,46
165	2	365	79,16	108,44	320	121,46	181	1	365	66,07	181,01	320	121,46
166	3	365	104	94,98	320	121,46	182	3	365	93,85	85,71	320	121,46
167	3	365	110,5	100,91	320	121,46	183	2	365	55,62	76,19	320	121,46
168	2	365	275,35	377,19	320	121,46	184	4	365	123,40	84,52	320	121,46
169	4	365	100,5	68,84	320	121,46	185	4	365	126,87	86,9	320	121,46
170	2	365	32,5	44,52	320	121,46	186	1	365	118,19	323,81	320	121,46
171	3	365	302,67	276,41	320	121,46	187	2	365	56,78	77,78	320	121,46
172	1	365	101,04	276,82	320	121,46	188	1	365	36,50	100	320	121,46
173	2	365	191,99	263	320	121,46	189	4	365	72,42	49,6	320	121,46
174	2	365	230	315,07	320	121,46	Σ	494			Ср. зн. 91,27	320	121,46
с водопроводом в здании с ванной, печное отопление													
1	4	365	293,2	200,82	240	121,58	28	4	365	45,5	31,16	240	121,58
2	5	365	372	203,84	240	121,58	29	4	365	76	52,05	240	121,58
3	3	365	217	198,17	240	121,58	30	4	365	70	47,95	240	121,58
4	1	365	76,4	209,32	240	121,58	31	4	365	77	52,74	240	121,58
5	2	365	132,04	180,88	240	121,58	32	1	365	97	265,75	240	121,58
6	4	365	63	43,15	240	121,58	33	2	365	24,8	33,97	240	121,58
7	5	365	44,5	24,38	240	121,58	34	1	365	8,4	23,01	240	121,58
8	2	365	124,48	170,52	240	121,58	35	2	365	48	65,75	240	121,58
9	4	365	84,99	58,21	240	121,58	36	4	365	89	60,96	240	121,58
10	2	365	56	76,71	240	121,58	37	2	365	23,01	31,52	240	121,58
11	2	365	17	23,29	240	121,58	38	2	365	64,33	88,12	240	121,58
12	2	365	88	120,55	240	121,58	39	2	365	75	102,74	240	121,58
13	3	365	29	26,48	240	121,58	40	2	365	255	349,32	240	121,58
14	3	365	176,24	160,95	240	121,58	41	4	365	147	100,68	240	121,58
15	1	365	76,4	209,32	240	121,58	42	3	365	75,99	69,4	240	121,58
16	2	365	30,94	42,38	240	121,58	43	1	365	52,3	143,29	240	121,58
17	2	365	116,67	159,82	240	121,58	44	3	365	241,99	221	240	121,58
18	1	365	36	98,63	240	121,58	45	5	365	125	68,49	240	121,58
19	3	365	54	49,32	240	121,58	46	2	365	97	132,88	240	121,58
20	1	365	52,5	143,84	240	121,58	47	3	365	68	62,1	240	121,58
21	4	365	45,01	30,83	240	121,58	48	6	365	329,31	150,37	240	121,58
22	1	365	86,68	237,48	240	121,58	49	3	365	44	40,18	240	121,58
23	1	365	58,34	159,84	240	121,58	50	3	365	141,89	129,58	240	121,58
24	4	365	45,58	31,22	240	121,58	51	4	365	99	67,81	240	121,58
25	1	365	110,96	304	240	121,58	52	5	365	67,74	37,12	240	121,58

26	1	365	69,01	189,07	240	121,58	53	4	365	61	41,78	240	121,58
27	1	365	67,27	184,3	240	121,58	54	1	365	29	79,45	240	121,58
55	1	365	79	216,44	240	121,58	65	4	365	47,32	32,41	240	121,58
56	1	365	54,11	148,25	240	121,58	66	3	365	50,40	46,03	240	121,58
57	2	365	178	243,84	240	121,58	67	2	365	169,18	231,75	240	121,58
58	3	365	123,99	113,23	240	121,58	68	4	365	177,45	121,54	240	121,58
59	4	365	76,47	52,38	240	121,58	69	4	365	78,80	53,97	240	121,58
60	1	365	26,65	73,02	240	121,58	70	2	365	137,66	188,57	240	121,58
61	6	365	44,61	20,37	240	121,58	71	2	365	111,00	152,06	240	121,58
62	4	365	20,86	34,13	240	121,58	72	4	365	38,82	26,59	240	121,58
63	2	365	49,83	46,49	240	121,58	73	4	365	46,36	31,75	240	121,58
64	2	365	33,94	77,78	240	121,58	74	3	365	67,78	61,9	240	121,58
							Σ	204			Ср.зн. 91,37	240	121,58
с водопроводом в здании без ванн и электро-, газовыми плитами													
1	1	365	60,77	166,49	170	94,57	19	3	365	80,8	73,79	170	94,57
2	2	365	17,57	24,07	170	94,57	20	1	365	63	172,6	170	94,57
3	1	365	39	106,85	170	94,57	21	2	365	61	83,56	170	94,57
4	2	365	111,18	152,3	170	94,57	22	1	365	45,2	123,84	170	94,57
5	4	365	47,83	32,76	170	94,57	23	3	365	84,18	76,88	170	94,57
6	1	365	48,41	132,63	170	94,57	24	2	365	35,63	48,81	170	94,57
7	1	365	35	95,89	170	94,57	25	5	365	132,60	72,66	170	94,57
8	1	365	36	98,63	170	94,57	26	2	365	67,20	92,06	170	94,57
9	1	365	53,08	145,42	170	94,57	27	4	365	155,27	106,35	170	94,57
10	1	365	48,41	132,63	170	94,57	28	3	365	59,68	54,5	170	94,57
11	4	365	70	47,95	170	94,57	29	2	365	35,92	49,21	170	94,57
12	3	365	82	74,89	170	94,57	30	2	365	29,40	40,28	170	94,57
13	1	365	69	189,04	170	94,57	31	2	365	58,52	80,16	170	94,57
14	4	365	34,29	23,49	170	94,57	32	5	365	48,09	26,35	170	94,57
15	3	365	34,5	31,51	170	94,57	33	4	365	141,99	97,25	170	94,57
16	7	365	71	27,79	170	94,57	34	2	365	49,82	68,25	170	94,57
17	1	365	17	46,58	170	94,57	Σ	84			Ср.зн. 67,89	170	94,57
18	3	365	58	52,97	170	94,57							
с водопроводом в здании без ванн, печное отопление													
1	2	365	93	127,4	150	99,86	14	2	365	46,84	64,16	150	99,86
2	1	365	44	120,55	150	99,86	15	3	365	105	95,89	150	99,86
3	3	365	90	82,19	150	99,86	16	1	365	63	172,6	150	99,86
4	2	365	22	30,14	150	99,86	17	3	365	55,8	50,96	150	99,86
5	3	365	45	41,1	150	99,86	18	1	365	73,14	200,38	150	99,86
6	3	365	44,01	40,19	150	99,86	19	5	365	38	20,82	150	99,86
7	3	365	64,02	58,47	150	99,86	20	1	365	10,33	28,3	150	99,86
8	3	365	32	29,22	150	99,86	21	2	365	14,9	20,41	150	99,86
9	1	365	38,7	106,03	150	99,86	22	2	365	35,7	48,9	150	99,86
10	4	365	56,01	38,36	150	99,86	23	1	365	63,5	173,97	150	99,86
11	5	365	59,99	32,87	150	99,86	24	1	365	39	106,85	150	99,86

12	2	365	32	43,84	150	99,86
13	5	365	44,82	24,56	150	99,86
27	2	365	54	73,97	150	99,86
28	3	365	68,66	62,7	150	99,86
29	5	365	62	33,97	150	99,86
30	2	365	48,54	66,49	150	99,86
31	2	365	90,18	123,53	150	99,86
32	3	365	72,01	65,76	150	99,86
33	2	365	87,4	119,73	150	99,86
34	3	365	88	80,37	150	99,86
35	3	365	12,39	137,65	150	99,86

25	5	365	261,15	143,1	150	99,86
26	2	365	54	73,97	150	99,86
36	2	365	2,67	44,44	150	99,86
37	2	365	6,39	106,48	150	99,86
38	5	365	7,83	52,22	150	99,86
39	1	365	2,39	79,63	150	99,86
40	3	365	2,11	23,46	150	99,86
41	3	365	9,33	103,7	150	99,86
42	1	365	5,28	175,93	150	99,86
43	2	365	7,54	125,74	150	99,86
Σ	110			Ср.зн. 69,17	150	99,86

Приложение Д. Акты внедрения результатов работы

Диссертационный совет Д 01.005.01 при
ГОУ ВПО «Донбасская национальная
академия строительства и архитектуры»

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор - проректор по
учебной работе ГОУ ВПО «Донбасская
национальная академия строительства и
архитектуры»,

д.т.н., профессор Н. М. Зайченко
«_____» _____ 2017 г.



СПРАВКА

о внедрении результатов исследований диссертационной работы
ассистента кафедры «Городское строительство и хозяйство»
Гутаровой Марины Юрьевны на тему «Нормирование водопотребления
населением городов в условиях нестабильной подачи воды»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.23.04 – водоснабжение, канализация, строительные системы
охраны водных ресурсов в учебный процесс
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

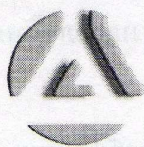
Результаты диссертационных исследований Гутаровой Марины Юрьевны,
а именно исследование удельного водопотребления населения города при
некруглосуточной подаче воды, методика расчета нормативов водопотребления
при некруглосуточной подаче воды и научно обоснованные дополнения в
существующие методики для определения норм водопотребления в городах с
некруглосуточной подачей воды, внедрены в учебный процесс в качестве
учебного материала в курсе дисциплин «Городские инженерные сети»,
«Санитарно-техническое оборудование зданий» и «Инженерные системы и
оборудование в архитектуре» (Часть 1 «Проектирование систем водоснабжения и
водоотведения жилого дома»), что отражено в учебных программах
вышеуказанных дисциплин.

Начальник учебного отдела
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры»
к. гос. упр., доцент

А. А. Сухина

Заведующий кафедрой
«Городское строительство и хозяйство»
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры»
к.т.н., доцент

К. А. Яковенко



**КОММУНАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "КОМПАНИЯ
"ВОДА ДОНБАССА"
МАКЕЕВСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА**

ул. Волгоградская, 1, г. Макеевка, Донецкая область, 86119
тел.(06232) 5-32-73, факс (0623) 22-63-39, диспетчер (06232) 5-22-02

Электронная почта: mak_puvkh@donvoda.com

Веб-сайт: www.donvoda.com

24.11.2017 № 6514/07
На № _____ от _____

Диссертационный совет Д 01.005.01 при
ГОУ ВПО «Донбасская национальная
академия строительства и архитектуры»

СПРАВКА

о внедрении результатов исследований диссертационной работы

Гутаровой Марины Юрьевны на тему:

«Нормирование водопотребления населением городов в условиях нестабильной
подачи воды», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.23.04 – водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов

Научные и практические результаты диссертационной работы
Гутаровой М.Ю. использованы в научно-исследовательской работе «Расчет
нормативов питьевого водоснабжения для населения г. Макеевка» (хоздоговоры
№105-1/249 и №110-02 ТЭРС), выполненной по заказу коммунального
предприятия «Макеевский водоканал»

Объекты внедрения:

- предложения по формированию норм водопотребления населения
г. Макеевка;
- научно обоснованные нормы водопотребления для населения,
проживающего в частных домовладениях и многоквартирных жилых домах;
- научно обоснованные нормы водопотребления для населения,
проживающего в общежитиях;

– научно обоснованные нормы водопотребления для населения в период чрезвычайных ситуаций.

Научно обоснованные нормативы (нормы) питьевого водоснабжения для населения г. Макеевка позволяют установить необходимые объемы поставок питьевой воды, а также определить объемы ее потребления в случае отсутствия или временной неисправности средств учета. Нормативы разрабатывались по требованию «Порядка разработки и утверждения нормативов питьевого водоснабжения», утвержденного постановлением № 1107 от 25 августа 2004 г., для правильного определения величины затрат на оказание услуг по водоснабжению и водоотведению населения г. Макеевки.

На основании проведенной работы, согласно решению Макеевского горсовета № 705 от 16 мая 2007 г. «Об упорядочении норм водопотребления», были введены в действие утвержденные нормы водопотребления населению для абонентов, которые производят расчет за услуги водоканала по нормам.

Директор Макеевского ПУВКХ
КП «Компания «Вода Донбасса»



А.А. Григорьев