

УДК 330.12

Л. Н. Лапшова

Новосибирский государственный университет экономики и управления,
г. Новосибирск, email: 2718633@mail.ru

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Ключевые слова: качество, надёжность, отказ, безотказность, ремонтпригодность, тепловые сети.

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности деятельности теплоснабжающих организаций в условиях турбулентного внешнего окружения. Борьба за выживание в непростых экономических условиях осложняется высокой степенью изношенности большинства тепловых сетей, которые становятся самым ненадежным элементом систем теплоснабжения. Регулярная и своевременная оценка надежности тепловых сетей как необходимое условие долгосрочного существования и дальнейшего развития организаций теплоснабжения позволяет решить целый ряд вопросов: сделать заключение о текущем состоянии тепловых сетей, предотвратить возможные отказы или выход из строя теплового оборудования, обеспечить их дальнейшую работу с минимумом затрат на восстановление. Пример расчета надежности тепловых сетей, представленный в статье, выполнен с использованием рекомендаций по анализу показателей для оценки надежности систем теплоснабжения, изложенных в Приказе Министерства регионального развития РФ от 26 июля 2013 года № 310.

L. N. Lapshova

Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk,
email: 2718633@mail.ru

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF HEATING NETWORKS

Keywords: quality, reliability, failure, failure-free operation, maintainability, heating network.

The article discusses the issues of improving the efficiency of heat supply organizations in the turbulent external environment. Fight for survival in difficult economic conditions compounded by a high degree of deterioration of the majority of heat networks, which are the most fragile element of the heating systems. Regular and timely assessment of the reliability of heating networks, as a necessary condition for the long-term existence and further development of heat supply organizations, allows us to solve a number of issues: to draw a conclusion about the current state of heating networks, prevent possible failures or breakdown of heating equipment, ensure their further operation with a minimum of restoration costs. Example of calculating the reliability of thermal networks, presented in a paper made using the recommendations on the analysis of indicators for assessing the reliability of heat supply systems, set out in the Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation from July 26, 2013 number 310.

Успешная деятельность организаций теплоснабжения в современных экономических условиях невозможна без масштабных инвестиций, необходимых для дальнейшего развития и совершенствования. Но сложившаяся в отрасли система отношений и современная экономическая ситуация делают отрасль малопривлекательной для инвесторов и лишают возможности масштабного обновления парка оборудования. В то же время процесс старения тепловых сетей, заложенных в годы массового строительства, продолжается, растет число повреждений теплопроводов, увеличиваются эксплуатационные затраты и, как следствие, снижается их надежность. Не менее важна социальная составляющая проблемы надежности теплосетей.

Их недостаточная надежность со всеми вытекающими последствиями может стать причиной не только дискомфорта, но и важной составляющей здоровья и безопасности потребителей.

Объект исследования: надежность тепловых сетей.

Предмет исследования: совершенствование системы оценки тепловых сетей.

Объект наблюдения: общество с ограниченной ответственностью «Новосибирская теплосетевая компания», функционирующее на локальном рынке г. Новосибирска.

Цель исследования: разработать рекомендации по совершенствованию системы оценки надежности тепловых сетей.

Материалы и методы исследования

Инструментом для реализации поставленной цели послужили методы, позволяющие упорядочить понятийное поле проблемы, вывить сложившиеся и прогрессивные тенденции в теории и практике оценки надежности тепловых сетей. Основой исследования послужил системный подход. Из числа общенаучных методов следует назвать абстрактно-логический и расчетно-конструктивный методы. Оценка надежности тепловых сетей выполнена с применением вероятностно-статистических методов, порядок применения которых изложен в ФЗ №190-ФЗ «О теплоснабжении».

Изучение работ, документов, содержащих факты и характеризующих современное состояние тепловых сетей, позволило составить первоначальное представление о предмете исследования, обнаружить неясности и проблемные вопросы. Тема работы потребовала также изучения законодательных актов, регулирующих процесс эксплуатации тепловых сетей. В качестве теоретической базы использовались труды многих авторов, таких как Аминов Р.З., Буйнов Н.Е., Горбунова Т.Г., Горских А.А., Емельянов Н.Я., Кикичев Н.Г., Клемин А.И., Попырин Л.С., Сеннова Е.В., Фомичев М.Н. и др.

Теоретическая значимость исследования заключалась в выявлении теоретических аспектов особенностей оценки надежности тепловых сетей, в уточнении ведущих понятий применительно к объекту наблюдения.

Практическая значимость работы состоит в направленности рекомендаций по оценке надежности тепловых сетей для действующей организации г. Новосибирска.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов проведенного исследования свидетельствует о том, что проведенная в качестве примера оценка надежности тепловых сетей практически выполнима в рамках действующих предприятий, дает основу для последующих действий по восстановлению работоспособности, позволяет накапливать статистическую информацию о состоянии тепловых сетей, планировать ремонтные работы и объем необходимых ресурсов для их проведения.

В условиях рыночной экономики предпосылкой для существования организации любой сферы деятельности является качество продукции или услуги. Благодаря обеспечению высокого уровня качества усиливаются такие позиции компании как: лояльность потребителей, дивиденды для инвесторов и доходы фирмы. Важнейшим признаком жизнеспособности организаций является также понимание внешней среды, и умение «конструировать» свое собственное окружение. Предприятия теплоснабжающей отрасли не являются исключением и выстраивают свою деятельность, направленную на повышение качества и надежности услуг, с учетом объективных условий регулируемого рынка. Стимулирование их активности поддерживают такие факторы макроокружения как:

- внесение законопроекта о совершенствовании проверок готовности к отопительному сезону;
- активизация работы с обманутыми дольщиками и сокращение числа недостроенных жилых домов в РФ;
- рост ввода в эксплуатацию частных домов и сооружений с индивидуальными системами отопления;
- запуск Правительством РФ программы модернизации коммунальной инфраструктуры с износом более 60%;
- продолжение реализации программы переселения из ветхого жилья;
- использование новых технологий;
- диджитализация процессов оплаты населением услуг по теплоснабжению;
- изменение климата на территории РФ, в том числе смещение сроков наступления/окончания зимнего и летнего периодов;
- обязанность организаций проводить аттестации сотрудников только при помощи Единого портала тестирования.

Факторами, оказывающими негативное влияние на сферу теплоснабжения, являются:

- рост общественного недовольства из-за роста тарифов на ЖКХ без изменения качества услуг;
- сокращение объема ежегодных инвестиций в отрасль из бюджета, в связи большими затратами на борьбу против коронавирусной инфекции;

- снижение привлекательности таких профессий как: слесарь-ремонтник, машинист насосных установок, электрогазосварщик;

- повышение уровня заболеваемости населения (дыхательной и сердечно-сосудистой систем), в том числе вследствие выхлопов ТЭЦ;

- законодательный ввод нормативов допустимых выбросов и сбросов организаций в атмосферу, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду.

Проведенный анализ факторов макроокружения и дополнительно проведенный анализ отрасли подтвердили заключение о том, что сфера теплоснабжения становится менее привлекательной для инвестирования, замедляются темпы роста строительного производства в РФ, в отрасли не проводятся НИОКР, оборудование не обновляется, резко возрастают риски возникновения аварий на тепловых сетях. В таких экономических условиях вопросы повышения надежности тепловых сетей требуют поиска путей их своевременной оценки с последующими корректирующими действиями по восстановлению работоспособности.

Тепловые сети – это сложный комплекс, включающий в себя совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок [1]. Работа тепловых сетей выстраивается с учетом законодательной и нормативной базы, направленной на обеспечение потребителей качественным, надежным и безопасным теплоснабжением, при минимальном воздействии на окружающую среду, соблюдении энергетической и экономической эффективности.

В случае возникновения аварийных ситуаций на теплосетях имеет место риск, в том числе и полного отключения подачи тепла на аварийных участках и травмирования производственного персонала. Для снижения подобного риска необходим регулярный мониторинг качества эксплуатируемых тепловых сетей, предполагающий оценку уровня их надежности и безопасности. Оценка при этом должна представлять хорошо

отлаженный механизм с последующим сохранением, накоплением и систематизацией полученной информации.

Прежде чем перейти непосредственно к оценке надежности тепловых сетей, определимся с ключевыми понятиями, которые зафиксированы в ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения [2], рассмотрим их применительно к тепловым системам. В названном ГОСТ надежность (reliability) определяется как сложное «свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования», включающее в себя более простые: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость, или их сочетания в зависимости от особенностей и назначения объекта. Для тепловых систем список перечисленных единичных свойств при необходимости расширяется свойствами восстанавливаемость, готовность, безопасность и живучесть.

В современной технической литературе даны и более простые формулировки понятия надежности, которые прикреплены к определенным объектам. Так, надежность систем теплоснабжения рассматривается как способность производить, транспортировать и распределять среди потребителей в необходимых количествах теплоносителя с соблюдением заданных параметров при нормальных условиях эксплуатации [3].

Исходя из выше сказанного делаем заключение, что надёжность – это свойство системы теплоснабжения, во-первых, бесперебойно снабжать потребителей необходимым количеством теплоты требуемого качества, во-вторых, не допускать ситуаций, опасных как для окружающей среды, так и для здоровья и жизни людей, и, в-третьих, это сложное свойство, основные составляющие которого рассмотрим далее.

«Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения» [2]. Значение показателя безотказности тепловых сетей зависит от большого количества факторов, к основным

из которых относят конструкцию, условия укладки и срок эксплуатации теплопровода, качество теплогидроизоляционных материалов, антикоррозионных покрытий, условия эксплуатации. Для расчета безотказности предлагается достаточно большое количество показателей, выбор которых определяется целью проводимой оценки.

«Долговечность – свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния» [2]. Долговечность участка тепловой сети зависит от меры старения и выработки заложенного рабочего ресурса. Со снижением долговечности поток отказов и ежегодные затраты на их устранение растут. Соотношение годовых расчётных затрат на сооружение нового теплопровода и ежегодных затрат на ликвидацию отказов действующего определяет срок действия тепловой сети и ее надежность.

«Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта» [2]. Основной параметр оценки ремонтопригодности тепловых сетей – время, требуемое для устранения повреждений, характер которых определяется конструктивными особенностями теплопровода. Время восстановления работоспособности зависит от конструктивных особенностей теплопровода и от технических возможностей проведения аварийно-восстановительных работ.

Здесь следует отметить еще одно важное обстоятельство, указанное в ФЗ от 27.07.2010 N 190-ФЗ (ред. От 01.04.2020) «О теплоснабжении» и уточняющее понятие надежности теплоснабжения как характеристику, обеспечивающую качество и безопасность теплоснабжения [1]. Поэтому надежность как неотъемлемое условие существования любой сложной технической системы рассматривается во взаимосвязи с безопасностью, под которой понимается свойство объекта при изготовлении и эксплуатации и в случае нарушения

работоспособного состояния не создавать угрозу для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды.

Для оценивания степени надежности тепловых сетей не существует нормативного документа, в котором содержится обязательный список показателей, дающий полноценную оценку всем выше перечисленным свойствам в каждой конкретной ситуации, точно также, как нет единого алгоритма расчета.

Но в любом случае, приступая к оценке надежности, нужно обосновать ее необходимость и определиться со сроками и периодичностью. Расчет надежности рекомендуется проводить при частом выходе теплосетей из строя, при возникновении аварий, в начале отопительного сезона. Кроме того, оценка может проводиться после поступления жалоб клиентов, после проведения ремонтных работ, или это может быть текущий мониторинг для поддержания надежности и безопасности объектов теплоснабжения. Выявление причины позволит определиться в дальнейшем с составом единичных показателей, оценивающих отдельные свойства тепловых сетей или их отдельных элементов.

На следующем шаге для определения состава показателей, используемых в том числе для оценки ремонтопригодности, необходимо установить, насколько быстро организация должна отреагировать на возникшую проблему. Подобная реакция зависит от категории потребителей, которым подается тепло. Таких категорий в большинстве случаев выделяют две. В первую попадают потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества тепла и снижения температуры воздуха в отапливаемых помещениях, ниже предусмотренных нормами. Примерами данной категории могут быть больницы, родильные дома, детские школьные учреждения с круглосуточным пребыванием детей, шахты и т.д. Вторая категория – потребители, для которых допустимо снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более 54 часов. К этой категории относят жилые и общественные здания (с предельной температурой до 12 С°), а также промышленные объекты с допустимым понижением температуры до 8 С°.

Важным этапом проведения процедуры оценки надежности тепловых сетей является выбор методов, среди которых выделяют две группы: аналитические и вероятностные. Аналитические методы позволяют установить зависимости показателей надежности от различных факторов. Вероятностные методы базируются на использовании имеющейся статистической информации о работе тепловых сетей или на результатах проведенных испытаний. Методы первой группы обеспечивают высокую точность расчетов, но ограничены сложностью математического аппарата для описания системы. Методы второй группы основаны на том, что вероятность случайного события оценивается частотой его наступления за достаточно длительное время функционирования и требуют в связи с этим накопления статистической информации, необходимой для проведения расчетов. Но при этом они позволяют учитывать индивидуальные свойства объектов и условия их эксплуатации.

После установленной цели расчетов, определения категории потребителей и выбора методов определяется соответствующий набор единичных показателей надежности и вид обобщающего показателя. Так, например, если причиной проведения оценки являются частые аварии в жилых домах (вторая группа потребителей), то при выборе показателей предпочтение отдается группе показателей безотказности. Если же речь идет о профилактических работах для потребителей первой группы, то не менее важным представляется расчет показателей ремонтпригодности.

Таким образом, подводя итог вышесказанному, приведем еще раз основные шаги оценивания надежности: первое, определение причины проводимой оценки (частые аварии, профилактические работы и др.), и группы потребителей, второе, выбор методов оценки и состава показателей. С учетом выстроенной последовательности действий проведем оценку надежности тепловых сетей организации, действующей на локальном рынке г. Новосибирска.

Теплоснабжающая система города Новосибирска с населением более 1,5 млн. человек, относится к классу сложных теплофикационных систем, с общей протяженностью тепловых сетей в двухтрубном исполнении 2500 км. Оценка состояния оборудования в организации показала, что его большая часть изношена, информация о сроках ввода в эксплуатацию новых объектов теплоснабжения ограничивается 1978 годом. Высокая степень износа теплоисточников и тепловых сетей (свыше 60%), значительная часть которых давно исчерпала свой ресурс, приводит к многочисленным повреждениям (за прошлый отопительный сезон их число составило 1,8 тысяч повреждений на сетях, устраненных работниками предприятия).

Сотрудники поддерживают рабочее состояние оборудования за счет постоянного ремонта в летний период, но это не исключает возможность аварий. Так, за отопительный сезон в период 2019-2020 гг. произошли 3 крупные аварии, в результате которых пострадали жители 146 домов города Новосибирска. В их квартирах фиксировалось понижение температуры до 14°C, а в некоторых помещениях до 6°C. Отмечались также отказы работы генератора. Но в этом случае понижалась подача тепла потребителям. В целом такая ситуация требует постоянного внимания к состоянию тепловых сетей и регулярной оценки надежности.

Для получения оценки надежности всей системы чаще всего используют показатели интенсивности отказов и относительного аварийного недопуска тепла. Но заключение по динамике названных показателей не дает возможности получить полноценное заключение, т.к. учитывает надежность других структурных элементов системы. Для расширения списка показателей и получения более глубокой оценки примем за основу Методические указания по анализу показателей, используемых для оценки надежности систем теплоснабжения, утвержденные приказом Министерства регионального развития РФ от 26 июля 2013 г. № 310 [4] и выберем из их общего списка те, динамика которых укажет на прогресс или регресс надежности анализируемой системы теплоснабжения.

В первую очередь выполним расчет показателей надежности для источника тепла (K_T), дающих характеристику наличия или отсутствия резервного электропитания, водоснабжения и теплоснабжения [4, 5]. В Методических указаниях по анализу показателей, используемых для оценки надежности систем теплоснабжения приводятся соответствующие показатели надежности в зависимости от наличия или отсутствия резервного электроснабжения, водоснабжения, резервного топлива. Используя градацию показателей надежности тепловых сетей в зависимости от наличия или отсутствия резервного электроснабжения, водоснабжения, резервного топлива, приведенную в указанном документе, определим значение показателя надежности.

В анализируемой организации наличие резервов электро-, водо- и топливоснабжения обеспечивает безотказную работу источника тепловой энергии. Для такой ситуации показатель надежности источника тепла равен 1 ($K_c = 1,0$). Показатель уровня резервирования источников тепловой энергии, характеризующий отношением резервируемой расчетной тепловой нагрузки к сумме расчетных тепловых нагрузок (%), подлежащих резервированию согласно схеме теплоснабжения, составил 0,7.

Для характеристики безотказности выполнен расчет показателя интенсивности отказов тепловых сетей ($K_{отк}$), характеризующий количеством вынужденных отключений участков тепловой сети с ограничением отпуска тепловой энергии потребителям, вызванным отказом и его устранением:

$$I_{отк} = \frac{n_{отк}}{S},$$

где: $n_{отк}$ – количество отказов за исследуемый период;

S – протяженность системы теплоснабжения, км.

В зависимости от полученного значения показателя интенсивности отказов ($I_{отк}$) определяется частный показатель надежности ($K_{отк}$), градация которого приведена в Методических указаниях по расчёту показателей надёжности [4].

В периоды отопительного сезона в организации зафиксировано большое

количество небольших, быстро устраняемых аварий на теплосетях (816 повреждений), следствием которых стало сокращение подачи тепла. Это обстоятельство учтено расчётом показателя относительного недоотпуска тепла. Но за последний год в организации произошло 3 крупных аварии, имеющих серьезные последствия. По ним и выполнен расчёт показателя «интенсивность отказов»:

$$I_{отк} = \frac{3}{2500} = 0,0012 \frac{1}{\text{км}} \text{ год.}$$

Для такого случая частный показатель надёжности $K_{отк}$ равен 1,0.

Показатель относительного недоотпуска тепла ($K_{нед}$) в результате аварий и инцидентов определен по формуле (%):

$$Q_{нед} = \frac{Q_{ав}}{Q_{факт}} \times 100\%$$

где: $Q_{ав}$ – аварийный недоотпуск тепла за анализируемый период;

$Q_{факт}$ – фактический отпуск тепла системой теплоснабжения за анализируемый период.

В зависимости от его величины определен соответствующий показатель надёжности ($K_{нед}$).

При аварийном недоотпуске тепла за отопительный сезон 2019-20гг. 487,3 Гкал/час и фактическом отпуске тепла системой теплоснабжения в количестве 1948,5 Гкал/час. показатель относительного недоотпуска тепла составил 25%. При значении $Q_{нед}$ свыше 1% частный показатель надёжности из-за недоотпуска тепла ($K_{нед}$) равен 0,2.

Показатель оснащенности машинами, специальными механизмами, оборудованием и материально-техническими ресурсами равен 1, что указывает на отсутствие потребности организации в оборудовании, а также на полную готовность к проведению ремонтных работ в случае возникновения повреждений тепловых сетей.

В число показателей оценки надежности теплоснабжения включаем частный показатель качества теплоснабжения ($K_{кт}$), характеризующий количеством жалоб потребителей тепла на нарушение качества теплоснабжения (%):

$$K_{\text{кт}} = \frac{D_{\text{жал}}}{D_{\text{сумм}}} \times 100\%,$$

где: $D_{\text{жал}}$ – количество зданий, по которым поступили жалобы на работу системы теплоснабжения;

$D_{\text{сумм}}$ – количество зданий, снабжающихся теплом от системы теплоснабжения.

В зависимости от рассчитанного коэффициента ($K_{\text{ж}}$) определяется показатель надежности ($K_{\text{ж}}$), градация которого также приведена в [4].

Количество зданий, по которым поступали жалобы на работу системы теплоснабжения за отопительный сезон 2019-2020 гг. составило 1695 ед. Всего компания обслуживает 7171 зданий. Следовательно, показатель качества теплоснабжения в зависимости от количества жалоб потребителей тепла на нарушение качества теплоснабжения составит $K_{\text{тс}} = 1695/7171 = 0,236$ (23,6%). При значении $K_{\text{тс}}$ от 0,2 до 0,5 частный коэффициент надёжности $K_{\text{ж}}$ равен 0,8.

Обобщенный показатель надежности системы теплоснабжения ($K_{\text{над}}$) определяется как средняя величина из частных показателей $K_{\text{с}}$, $K_{\text{отк}}$, $K_{\text{нед}}$, $K_{\text{ж}}$:

$$\begin{aligned} K_{\text{над}} &= \frac{K_{\text{с}} + K_{\text{отк}} + K_{\text{нед}} + K_{\text{ж}}}{4} = \\ &= \frac{1 + 1 + 0,2 + 0,8}{4} = 0,75 \end{aligned}$$

По обобщенному показателю делается заключение о надежности всей системы, используя следующую шкалу: высоконадёжные – более 0,9; надёжные – от 0,74 до 0,9; малонадёжные – от 0,5 до 0,74; ненадёжные – менее 0,5.

Обобщенный показатель надежности, равный 0,75, позволяет отнести анализируемую систему теплоснабжения к надёжным. Такая надёжность теплосистемы при наличии изношенного и устаревшего оборудования объясняется серией проведенных на предприятии мероприятий, направленных на снижение риска при возникновении аварий на насосных станциях, внедрением новых технологий в процессе подачи тепла и проведением периодической проверки труб. Кроме

того, рабочее состояние оборудования регулярно поддерживается усилиями хорошо замотивированных сотрудников организации, привлекаемых для проведения ремонта в летний период [6].

Но полученный таким образом результат требует дополнительных уточняющих расчетов, в том числе по отдельным элементам системы теплоснабжения с целью выявления среди них низко надежных по параметрам отказов и времени восстановления. В случае выявления таких участков потребуются либо запланировать мероприятия по повышению уровня качества ненадежных элементов, например, за счет проведения секционирования или замены участков при возможной корректировке численности персонала для проведения ремонтных работ с целью сокращения времени восстановления и повышения показателей ремонтпригодности. Либо, если технические возможности исчерпаны или экономически невыгодны, предусмотреть резервирование. Далее следует провести прогнозный расчет надежности с учетом запланированных мероприятий по повышению надежности.

Выводы

В заключении ещё раз отметим, что современное состояние сферы теплоснабжения с низкой надежностью тепловых сетей, ориентацией исключительно на эксплуатационную деятельность и отсутствием конкуренции не дает оснований для оптимистичного прогноза отрасли и делает ее малопривлекательной для инвесторов. Желание предприятий поддержать свою деятельность в условиях регулируемого рынка и привести качество и надежность услуг теплоснабжения к стандартам, принятым в экономически развитых странах, заставляет предприятия искать внутренние возможности повышения качества и надежности тепловых сетей и эффективности своего функционирования. Поэтому своевременная оценка надежности должна войти в практику теплоснабжающих организаций, выполняться систематически, с накоплением информации с результатами расчетов для более глубокого анализа и планирования восстановительных и ремонтных работ тепловых сетей.

Библиографический список

1. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27.07.2010 N 190-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/ (Дата обращения: 04.02.2021).
2. ГОСТ 27.002-15 Надёжность в технике (ССНТ). Термины и определения [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004984> (Дата обращения 04.02.2021).
3. Поливода, Ф. А. Надёжность систем теплоснабжения городов и предприятий лёгкой промышленности: Учебник / Поливода Ф.А. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2020. – 170 с.
4. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации: Об утверждении методических указаний по анализу показателей, используемых для оценки надёжности систем теплоснабжения [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/499038726> (Дата обращения 04.02.2021).
5. ГОСТ Р 54860-2011 Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчёта энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090041> (Дата обращения 04.02.2021).
6. Литвинова Н.П. Мотивация к труду как фактор успеха организации. Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 3-2. С. 106-111.