УДК 519.688

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

М. Г. Костиков, ст. преподаватель кафедры АСУ РГРТУ, Рязань, Россия;
orcid.org/0000-0003-4324-8180 m.kostikov@abonentplus.ru

Рассматривается метод предварительной подготовки данных о потреблении коммунальных ресурсов для проведения прогностического анализа. Специфика предметной области предполагает поступление и обработку данных из множества различных источников. Данные могут содержать ошибки и быть противоречивыми, передаваться нерегулярно или не передаваться совсем. Неподготовленные данные могут приводить к сбоям при их использовании в аналитических системах. ***Целью работы*** *является разработка подхода, позволяющего на примере двух ключевых параметров – объема потребления и показаний индивидуального прибора учета – восстановить истинные исходные данные, необходимые для аналитики. Также приводится сравнительный анализ способов определения объемов потребления коммунальной услуги в случае отсутствия показаний приборов учета. Результаты применения методов интерполяции сравниваются с результатами, полученными в соответствии с правилами бухгалтерского учета, и с эталонными значениями.*

Ключевые слова: *численный метод, объем потребления коммунальной услуги, экстраполяция, очистка данных.*

DOI: 10.21667/1995-4565-2021-76-101-108

Введение

В настоящий момент автоматизация и информатизация практически во всех сферах деятельности человека привели к накоплению больших массивов данных о соответствующих бизнес-процессах. Эти данные могут быть использованы не только в оперативной работе (OLTP), но и в аналитических системах (OLAP). Такие системы позволяют составлять аналитические отчеты, выявлять зависимости между параметрами и характеристиками процессов, а также строить прогнозы поведения процессов в будущем. Комплексный анализ и внедрение специализированных подходов бизнес-аналитики позволяют существенно повысить точность управления бизнес-процессами, а следовательно, и эффективность всей организации в целом, независимо от ее специализации. Не является исключением и сфера ЖКХ. Обязательства ресурсоснабжающих организаций (РСО), связанные с необходимостью непрерывного предоставления гражданам коммунальных услуг, требуют от поставщиков очень тщательного планирования собственных ресурсов, которое невозможно без глубокого анализа. Однако прежде чем строить гипотезы на основе исходных данных, необходимо убедиться, что эти данные корректны. В соответствии с принципами ETL перед непосредственным использованием данных в аналитической системе они должны быть подготовлены и очищены от ошибок, так как их наличие неминуемо будет приводить к искажению гипотез [1]. С точки зрения сферы ЖКХ это особенно важно в связи с тем, что данные аккумулируются из множества различных источников и потенциально могут быть противоречивыми и содержать ошибки. В статье приводятся примеры практического применения численных методов в процессе подготовки данных. Сделаны выводы о качестве полученных данных и степени влияния на результаты дальнейшего анализа.

Теоретическая часть

В среде нарастающих тенденций глобализации и ускоренного развития научно-технического прогресса резко возрастает уровень неопределенности в последующем развитии объектов управления, растет стоимость ошибки управленческого решения, следовательно, существенно возрастает роль прогнозирования. Деятельность организаций, входящих в структуру комплекса ЖКХ, является жизненно важной для населения и не должна допускать сбоев. Непрерывный режим работы ресурсоснабжающих организаций возможен только при тщательном планировании собственных ресурсов. При этом одним из важнейших показателей, является величина потребления коммунальных ресурсов абонентами. Объем потребления в свою очередь зависит от множества факторов: сезонные тренды, температурные режимы и т.д. *Методы экономико-математического моделирования* для прогнозирования базируются на имитации реального поведения объекта исследования посредством построения экономико-математических моделей. В таких моделях широко используется метод математической экстраполяции, который позволяет продлевать тенденцию изменения экономического параметра из области ее наблюдения в прошлом на будущее. Однако необходимо учитывать, что аналитическая работа основывается на некотором изначально накопленном массиве данных. Применительно к области жилищно-коммунального хозяйства особенностью прогнозирования является тот факт, что не все данные можно считать абсолютно достоверными. Связано это в первую очередь с тем, что основным, но не единственным, источником данных является собственно абонент – потребитель коммунальных ресурсов. Данные, полученные от абонента, могут быть разрежены, поступать не регулярно или не поступать совсем, содержать ошибки и т. д. **Цель данной работы**: на примере двух ключевых параметров – объема потребления и показаний индивидуального прибора учета – разработать подход, позволяющий восстановить истинные исходные данные, необходимые для работы с аналитическими системами.

Основным субъектом деятельности в сфере жилищно-коммунального хозяйства является абонент. Он является конечным потребителем коммунальных ресурсов и услуг, производит их оплату в соответствии с расчетом, выполненным в РСО или расчетном центре. Непосредственно под расчетом понимается выполнение ежемесячных начислений и разовых перерасчетов по различным коммунальным услугам, как в натуральном, так и в денежном выражении, расчет пени и т.д. [2].

Каждый абонент характеризуется определенной совокупностью количественных и качественных характеристик. Под количественными характеристиками абонента понимаются характеристики, выражающиеся в виде целых или вещественных чисел, непосредственно влияющие на размер начисления. К ним относятся число проживающих, жилая и отапливаемая площади и т.д. Качественные характеристики – величины, определяющие характер потребления абонентом коммунального ресурса [3]. К ним относятся такие логические (номинальные) характеристики, как режимы работы оборудования, признак наличия или отсутствия горячего водоснабжения и т.д. Каждой из характеристик соответствует конечный набор допустимых значений перечисляемого типа.

Различают несколько типовых вариантов расчета. В случае отсутствия у абонента индивидуальных приборов учета, для него выполняется расчет нормативного потребления. Подобный расчет является ежемесячным и зависит от некоторой нормативной величины потребления коммунального ресурса, приходящейся на количественную характеристику абонента, установленной, как правило, на уровне субъекта Российской Федерации [4]. Величина объема потребления коммунального ресурса определяется как

$$V_i = S_i \times N, \tag{1}$$

где S_i – общая площадь i-го помещения; N – норматив потребления коммунального ресурса; V_i – объем, приходящийся на i-е помещение (абонента).

При наличии индивидуального прибора учета, величина объема потребления определяется как разница между текущими и предыдущими показаниями индивидуального прибора учета. В случае если приборов учета несколько или прибор учета является многошкальным (пик, полупик и т.д.), объем определяется как сумма потребления по каждому счетчику

$$V_i = \sum_{j=1}^{n} C_{ij} - P_{ij}, \tag{2}$$

где n – количество индивидуальных приборов учета по заданному ресурсу; C_{ij} – текущие показания по j-му прибору учета i-го абонента; P_{ij} – предыдущие (последние учтенные) показания по j-му прибору учета i-го абонента.

Фактический расчет позволяет более точно отразить реальное потребление абонентов. И ресурсоснабжающие организации и абоненты в этом напрямую заинтересованы[5]. В тех случаях, где возможно применение индивидуальных приборов учета, переход к фактическому расчету всячески стимулируется, в том числе вводом повышающих коэффициентов k для нормативного расчета:

$$V_i = (1+k) * S_i \times N, где k \in [0...0,5]. \tag{3}$$

Для большинства коммунальных ресурсов в настоящее время предлагается возможность в качестве индивидуальных приборов учета использовать счетчики, обладающие возможностями автоматической передачи показаний в РСО (например, система АСКУЭ). Такие приборы учета способны значительно повысить прозрачность потребления ресурсов и снять с абонента необходимость самостоятельно передавать показания. Однако на данный момент доля таких приборов учета незначительна. В самой цифровизованной отрасли жилищно-коммунального хозяйства – электроснабжении по оценкам РГМЭК доля подобных счетчиков составляет не более 1,2 % от общего числа индивидуальных приборов учета. В соответствии с текущими планами модернизации полная замена приборов учета, при сроке службы отдельных марок до 16 лет, произойдет не ранее 2035 года. Доля автоматизированных счетчиков других коммунальных ресурсов существенно ниже. Соответственно на текущий момент, а так же в ближайшем будущем основным источником показаний будут являться сами абоненты или контролеры. Если показания контролеров можно считать достоверными, хотя человеческий фактор полностью исключать нельзя, то абонент может не передавать показания совсем, умышленно занижать, а в некоторых случаях завышать показания. Все эти факторы могут приводить к тому, что объем потребления, агрегированный в информационной системе, может отличаться от реально потребленного даже в случае работы с индивидуальными приборами учета. Контрольные обходы частично выправляют ситуацию, однако они довольно редки и возможности выполнять их ежемесячно у РСО нет. В случае отсутствия показаний индивидуальных приборов учета Постановление Правительства, регламентирующее расчет, предполагает использование в расчете средних значений потребления.

$$V_{i.t} = \begin{Bmatrix} \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} V_{i,t-k}, n <= 3 \\ V_i = S_i \times N, n > 3 \end{Bmatrix}, \tag{4}$$

где t – порядковый номер месяца, за который выполняется расчет; m – период, за который определяется средний объем, как правило, 6 или 12 месяцев.

В этом случае в течение первых трех месяцев объем потребления рассчитывается как скользящее среднее за предыдущие периоды. После этого происходит начисление норматива, но без учета повышающего коэффициента. Весь объем считается фактическим, непосредственно связан с прибором учета и влияет на величину показаний счетчика. В данном случае показания являются прогнозными, но при этом результат начисления предлагается абоненту к оплате. В случае последующей передачи показаний абонентом или выполнения контроль-

ного обхода расчетный объем, начисленный по средним значениям, сторнируется и расчет выполняется на основе последних имеющихся реальных показаний и переданных текущих:

$$Vc_i = \sum_{j=1}^{n} Pc_{ij} - Pr_{ij}, \quad Vr_i = \sum_{j=1}^{n} C_{ij} - Pr_{ij}, \tag{5}$$

где Pc_{ij} – последние рассчитанные показания, Pr_{ij} – последние достоверные показания, C_{ij} – текущие (переданные) достоверные показания, Vc_i – рассчитанный объем по среднему/по нормативу, Vr_i – подтвержденный фактический объем.

Итоговое потребление в этом случае определяется по формуле (6), при этом объем V_i может принимать и отрицательные значения:

$$V_i = -Vc_i + Vr_i. \tag{6}$$

Очевидно, что с точки зрения законодательства рассчитывать объемы и суммы необходимо именно таким образом и именно эти значения должны фигурировать в бухгалтерских отчетах. Однако с точки зрения аналитических задач и исследования трендов эти значения не являются истинными и могут вносить искажения, в частности особо сильное влияние может быть оказано на сезонный тренд. Для достижения достоверности аналитического прогноза оптимальным решением будут отказ от использования средних и тем более нормативных значений и применение методов интерполяции и экстраполяции для восстановления значений в каждом расчетном периоде.

Экспериментальные исследования

В соответствии с нормами бухгалтерского учета в сфере ЖКХ расчетным периодом является месяц. Нормативные начисления выполняются ежемесячно, также раз в месяц формируются счета-извещения для последующей оплаты абонентами. Однако показания приборов учета фиксируются на определенную дату, и в течение каждого расчетного периода допускается многократное снятие показаний. Объем потребления в соответствии с формулой (2) определяется как разность между текущими показаниями и показаниями предыдущей фиксации. Очевидно, что такой объем непосредственно связан с двумя датами съема показаний, которые в свою очередь могут относиться к разным расчетным периодам.

Для составления аналитических отчетов необходимо этот объем разложить на составляющие, относящиеся к отдельно взятым расчетным периодам. Способствовать реализации этого требования может учет показаний непосредственно на границе месяцев. Исходя из того, что на практике это практически невозможно, абоненты передают показания прибора учета в произвольный период, решением этой проблемы также является использование методов интерполяции (рисунок 1).

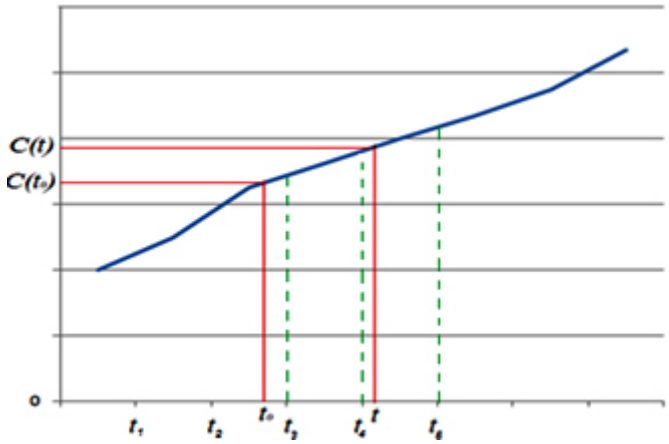

Рисунок 1 – Функция зависимости показаний индивидуального прибора учета от времени
Figure 1 – Function of individual meter readings dependence on time

Пусть известны достоверные показания прибора учета в моменты времени t и t_0. С точки зрения аналитики наибольший интерес представляют показания на границах расчетных периодов, в точках $t_1 \dots t_n$. При этом эти точки могут находиться как внутри отрезка $[t_0, t]$, так и за его пределами. С учетом того, что на момент составления прогноза имеются точные значения показаний в определенные временные точки и в общем виде эти точки на временной оси распределены неравномерно, в качестве метода восстановления значения точки в определенный промежуток времени может использоваться интерполяционная формула Лагранжа (7):

$$L_n = \sum_{i=0}^{n} y_i \frac{(x-x_0)(x-x_1)...(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})...(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)...(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})...(x_i-x_n)}. \quad (7)$$

Так как функция величины показаний от времени является монотонно возрастающей, для сравнения результатов нагляднее перейти к зависимости величины объема потребления от периода учета (8):

$$V(t_0) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{C(t_0 + \Delta t) - C(t_0)}{\Delta t}. \quad (8)$$

По определению производной функция объема от времени является первой производной для функции показаний от времени:

$$V(t) = C'(t). \quad (9)$$

Для проведения эксперимента использовались обезличенные данные, полученные из автоматизированной расчетной системы «Абонент», используемой в ООО «РГМЭК». Данный выбор объекта для эксперимента обусловлен тем, что ресурс «электроэнергия», по сравнению с другими ресурсами, характеризуется максимальным процентом наличия ИПУ у абонентов, что позволяет получить наиболее полные результаты моделирования. Для проведения эксперимента были взяты реальные данные о потреблении коммунальных ресурсов абонентами с индивидуальными приборами учета, осуществляющими регулярную передачу показаний. Таким образом, средние и нормативные объемы потребления у таких абонентов отсутствуют, потребление и показания приборов учета заранее известны. Следовательно, при известном порядке расчета среднего и нормативного потребления, появляется возможность получить расчетные значения для случая, когда показания не передаются. Эти же значения предполагается рассчитать, применив методы интерполяции. Суть эксперимента сводится к моделированию ситуации, в которой передача показаний прекращается, расчетные значения будут определяться по правилам бухгалтерского учета и с помощью численного метода. Результаты вычислений будут сравниваться с эталонными значениями. Для моделирования используются данные за последние два года.

С технической точки зрения для эксперимента использовалась БД Firebird, в которой размещались как исходные данные, так и результаты расчетов. Собственно вычислительные операции: расчет среднего/нормативного объема и интерполяция Лагранжа реализованы как отдельные модули с использованием библиотеки скриптов FastScript, поддерживающей объектную модель данных. После сохранения результатов моделирования их анализ и сравнение выполнялись с помощью обобщенно-хранимых процедур PL\SQL. Так как эксперимент в первую очередь направлен на получение и сравнение именно результатов различных методов расчета, время выполнения операций является второстепенным показателем, а, следовательно, не накладывает специальных требований на тестовый стенд. В качестве аппаратной части использовалась современная рабочая станция: процессор i7, ОЗУ 16 Гб. Для выборки абонентов размером 30000 время выполнения расчетных операций составило порядка 40 минут. Однако здесь необходимо учитывать, что использовались стандартные объектная и физическая модели данных, несколько избыточные для данного тестирования, что сказывалось на длительности выполнения операции.

Результаты моделирования по степени приближения расчетных результатов к эталонным были разбиты на кластеры. При этом наибольшая часть результатов показала превосходство в точности метода экстраполяции над стандартным расчетом среднего/нормативного. Ре-

зультат моделирования по абоненту с медианным потреблением ресурса представлен на рисунке 2.

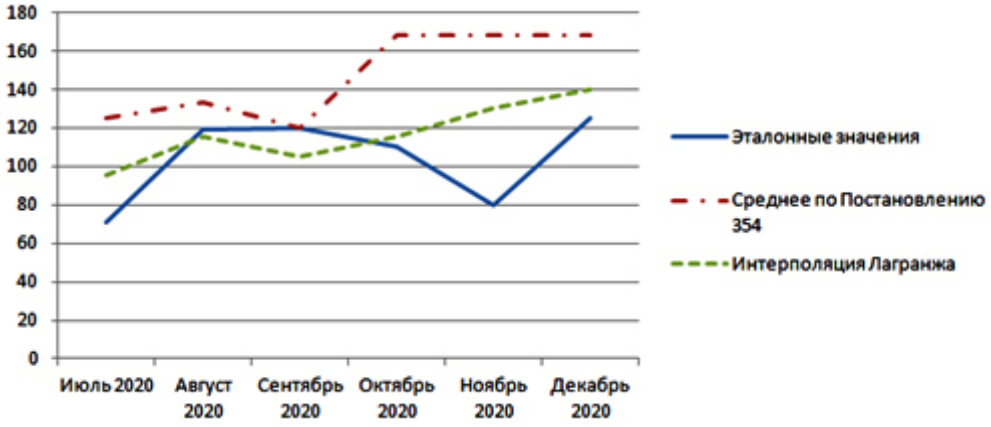

Рисунок 2 – Зависимость величины потребления (кВт) от периода учета
Figure 2 – Dependence of the amount of consumption (kW) on accounting period

Анализ показывает, что средние значения за первые 3 месяца близки к эталонным значениям, но при этом превышают их. Причиной может являться тот факт, что при расчете среднего учитывается объем за предыдущие шесть месяцев, в данном случае в их число попадает и месяц, предшествующий повышению тарифов. В этом случае может иметь место факт завышения объема, потребленного в этом периоде, что сказывается на расчете среднего в дальнейшем.

Общая статистика потребления фактического объема для абонентов со счетчиками представлена в таблице. Представлены результаты потребления для всех возможных случаев, при этом расчет среднего в соответствии с Постановлением Правительства № 354 [6] возможен только в первые три месяца отсутствия показаний. Использование нормативного расчета, особенно в случае применения повышающего коэффициента, приводит к явному завышению объема. Расчет среднего потребления приводит к сравнительно меньшим отклонениям от эталонных значений. Наиболее близкий к истинному результат получается при использовании методов экстраполяции. Это объясняется, в том числе, выбором исходных точек для экстраполирования в периоды, не содержащие экстремального потребления, в то время как регламент расчета среднего не позволяет не учитывать потенциально недостоверные факты показаний в переходные периоды.

Результаты моделирования
Modelling results

	Величина отклонения от эталонных значений	
	За 3 месяца	За 6 месяцев
Расчет среднего объема	7 %	-
Расчет нормативного объема	15 %	17 %
Интерполяция Лагранжа	4 %	3 %

Заключение

Стоит отметить, что в статье рассматривается именно подготовка данных для последующей аналитики и построения прогнозов. В текущей операционной работе расчетно-кассового центра или ресурсоснабжающей организации применение численных методов недопустимо. Все расчетные операции и отчетность должны быть основаны на реальных данных, даже в тех случаях, когда их достоверность может вызывать сомнения. Все они подчиняются строгому регламенту бухгалтерского расчета. Однако для аналитических задач, в частности для обоснования нормативов потребления, подход предложенный в статье позволяет получить данные, гораздо достовернее отражающие реальную ситуацию. Для реальной оценки по-

требления коммунального ресурса в случае отсутствия передачи показаний приборов учета использование данных, полученных методами экстраполяции, позволяет работать с меньшей погрешностью, чем работа с данными, полученными в соответствии с нормативными документами, регламентирующими расчет. Следовательно, такой подход, особенно в сочетании с методами работ [7-11], позволяет строить более точные аналитические прогнозы.

Библиографический список

1. **Kimbell R., Ross M.** The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Data Warehouses J. Willey & Sons. Second Edition. 2002. 447 p

2. **Аникеев С. В., Костиков М. Г., Маркин А. В.** Математическая модель определения активных услуг на основе матричной алгебры // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 54. С. 139-144.

3. **Костиков М. Г.** Моделирование операции расчета стоимости коммунальной услуги при использовании двухкомпонентных режимов потребления // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 68. С. 90-97.

4. **Костиков М. Г., Миронов В. В.** К расчету стоимости жилищно-коммунальных услуг при использовании общедомовых приборов учета в муниципальных расчетных системах // III международный научно-технический форум СТНО -2020. Сборник трудов. Том 3. – РГРТУ, 2020. С. 111-114.

5. **Костиков М. Г. Миронов В. В.** Принципы реализации расчета стоимости жилищно-коммунальных услуг при использовании общедомовых приборов учета в информационной системе // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. № 4 (34). С. 133-139.

6. Постановление правительства Российской Федерации о порядке предоставления коммунальных услуг гражданам от 6 мая 2011 г. № 354.

7. **Головастов С. В., Коробов А. Е., Миронов В. В.** Математические методы исследования теплообмена в тепловых трубах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 47. С. 120-125.

8. **Миронов В. В.** Датчики, системы контроля и диагностики воздействия космического мусора на космические аппараты // Датчики и системы. ИПУ РАН. 2014, № 9. С. 2-9.

9**. Миронов В. В., Миронова К. В.** Проектирование обработки корпоративных данных на основе системы бизнес-анализа QlikView // Современные технологии в науке и образовании: сб. тр. III межд. науч.-техн. и науч. метод. конф. Рязань: BookJet, 2018. Т. 5. С. 101 – 108.

10. **Аникеев С. В., Миронов В. В.** Методологические основы построения программного комплекса синтеза проектных решений в задачах внедрения информационных систем расчетов с населением за жилищно-коммунальные услуги // Современные технологии в науке и образовании: сб. тр. III межд. науч.-техн. и науч.-метод. конф. Рязань: BookJet, 2018. Т. 4. С. 224-228.

11. **Аникеев С. В., Костиков М. Г., Миронов В. В.** Информационная система «Абонент +» и опыт ее внедрения на предприятиях ЦФО // Информатизация образования и науки. 2020. № 4 (48), С. 156-173.

UDC 519.688

APPLICATION OF NUMERICAL METHOD FOR PRELIMINARY DATA PROCESSING FOR ANALYTICAL SYSTEMS IN THE SPHERE OF HOUSING AND UTILITIES

M. G. Kostikov, Lecturer, RSREU, Ryazan, Russia;
orcid.org/0000-0003-4324-8180; m.kostikov@abonentplus.ru

The article discusses a method for preliminary preparation of data on the consumption of utility resources for predictive analysis. The specificity of the subject area involves receipt and processing of data from many different sources. The data may contain errors and be inconsistent, not transmitted regularly or not transmitted at all. Unprepared data can lead to failures when used in analytical systems. ***The aim of the***

work is *to develop an approach that allows, using the example of two key parameters: the volume of consumption and the readings of an individual metering device, to restore true initial data necessary for working with analytical systems. It also provides a comparative analysis of methods for determining the volume of consumption of public services in the absence of meter readings. The results of applying interpolation methods are compared with the results obtained in accordance with accounting rules and with reference values.*

Keywords: *numerical method, analytical system, extrapolation, data cleaning.*

References

1. **Kimbell R., Ross M.** *The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Data Warehouses J. Willey & Sons*. Second Edition. 2002. 447 p

2. **Anikeev S. V., Kostikov M. G., Markin A. V.** Matematicheskaja model' opredelenija aktivnyh uslug na osnove matrichnoj algebry. *Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotehnicheskogo universiteta*. 2015, no. 54, pp. 139-144. (in Russian).

3**. Kostikov M. G.** Modelirovanie operacii rascheta stoimosti kommunal'noj uslugi pri ispol'zovanii dvuhkomponentnyh rezhimov potreblenija. *Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotehnicheskogo universiteta*. 2019, no. 68, pp. 90-97. (in Russian).

4. **Kostikov M. G. Mironov V. V.** K raschetu stoimosti zhilishhno-kommunal'nyh uslug pri ispol'zovanii obshhedomovyh priborov ucheta v municipal'nyh raschetnyh sistemah. *III mezhdunarodnyj nauchno-tehnicheskij forum STNO -2020.* Sbornik trudov. Vol. 3. RGRTU, 2020. pp. 111-114. (in Russian).

5. **Kostikov M. G. Mironov V. V.** Principy realizacii rascheta stoimosti zhilishhno-kommunal'nyh uslug pri ispol'zovanii obshhedomovyh priborov ucheta v informacionnoj sisteme. *Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspija: nauchno-tehnicheskij zhurnal*. 2020, no. 4 (34), pp. 133-139. (in Russian).

6. *Postanovlenie pravitel'stva Rossijskoj Federacii o porjadke predostavlenija kommunal'nyh uslug grazhdanam* ot 6 maja 2011 g, no. 354. (in Russian).

7. **Golovastov S. V., Korobov A. E., Mironov V. V.** Matematicheskie metody issledovanija teploobmena v teplovyh trubah. *Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotehnicheskogo universiteta*. 2014, no. 47, pp. 120-125. (in Russian).

8**. Mironov V. V.** Datchiki, sistemy kontrolja i diagnostiki vozdejstvija kosmicheskogo musora na kosmicheskie apparaty. *Datchiki i sistemy. IPU RAN*. 2014, no. 9. pp. 2-9. (in Russian).

9. **Mironov V. V., Mironova K. V.** Proektirovanie obrabotki korporativnyh dannyh na osnove sistemy biznes-analiza QlikView. *Covremennye tehnologii v nauke i obrazovanii. Sbornik trudov III mezhd. nauch.-tehn. i nauch. metod. konf.* Rjazan', BookJet. 2018, vol. 5, pp. 101-108. (in Russian).

10. **Anikeev S. V., Mironov V. V.** Metodologicheskie osnovy postroenija programmnogo kompleksa sinteza proektnyh reshenij v zadachah vnedrenija informacionnyh sistem raschetov s naseleniem za zhilishhno-kommunal'nye uslugi. *Covremennye tehnologii v nauke i obrazovanii. Sbornik trudov III mezhd. nauch.-tehn. i nauch. metod. konf*. Rjazan', BookJet. 2018, vol. 4, pp. 224-228. (in Russian).

11. **Anikeev S. V., Kostikov M. G., Mironov V. V.** Informacionnaja sistema «Abonent +» i opyt ee vnedrenija na predprijatijah CFO. *Informatizacija obrazovanija i nauki*. 2020, no. 4 (48), pp. 156-173. (in Russian).