

УДК 004.942-658.5

UDC 004.942-658.5

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И СИСТЕМЫ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

USING FORECASTING TECHNOLOGY AND TIME SERIES SYSTEMS IN INFORMATION FLOW MANAGEMENT IN A CATERING ENTERPRISE

Салий Виктория Владимировна
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
системного анализа и обработки информации
vlada-2807@mail.ru
*Кубанский государственный аграрный
университет, г. Краснодар, Россия*

Saliy Victoria Vladimirovna
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate
Professor, Department of Systems Analysis and
Information Processing
vlada-2807@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Кирий Владимир Александрович
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры «Математики и информатики»
v.kiriy@fa.ru
*Финансовый университет при Правительстве РФ
(Краснодарский филиал), г. Краснодар, Россия*

Kiriy Vladimir Aleksandrovich
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor, Department of Mathematics and
Computer Science
v.kiriy@fa.ru
*Financial University under the Government of the
Russian Federation (Krasnodar Branch), Krasnodar,
Russia*

Применение технологии прогнозирования с целью повышения качества функционирования предприятия общественного питания, позволяет разработать оптимальную информационную систему управления информационными потоками. Предложена методика проектирования прогноза закупок продуктов для предприятия общественного питания с применением технологии прогнозирования, отличающаяся от существующих аналогов прикладной направленностью в области проектирования систем закупок продуктов, позволяющая адаптировать ассортимент к реальным потребностям заведения. В работе особое внимание уделяется технологии прогнозирования, которая представляет собой совокупность методов, процессов и инструментов, направленных на анализ прошлых данных для предсказания будущих событий. Основная функция технологии прогнозирования предоставить организациям общественного питания инструменты для принятия управленческих решений, опираясь на предварительные расчеты и анализ данных

The use of forecasting technology to improve the quality of operation of a public catering enterprise allows for the development of an optimal information system for managing information flows. A methodology for designing a forecast for food procurement for a catering establishment using forecasting technology is proposed. It differs from existing analogs in its applied focus in the field of designing food procurement systems, allowing the assortment to be adapted to the actual needs of the establishment. The article places particular emphasis on forecasting technology, which is a set of methods, processes, and tools aimed at analyzing past data to predict future events. The primary function of forecasting technology is to provide food service organizations with tools for making management decisions based on preliminary calculations and data analysis

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ, ВРЕМЕННОЙ РЯД

Keywords: AUTOMATION, INFORMATION TECHNOLOGY, FORECASTING, PUBLIC CATERING, TIME SERIES

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-213-039>

<http://ej.kubagro.ru/2025/09/pdf/39.pdf>

Введение. Изучение потенциала применения методики прогнозирования закупок продуктов питания для предприятий общественного питания с применением технологии прогнозирования.

Предпосылками проведения анализа в направлении исследования информационных потоков предприятий общественного питания является широкое распространение применения современных информационных систем, в том числе в части прогнозирования производственной деятельности. Переход на программу, содержащую в своем комплексе технологию прогнозирования, исключит необходимость выполнения операций импорта-экспорта в ручном режиме, что сократит количество ошибок и расходы на закупку продовольственных запасов.

Технологии прогнозирования играют ключевую роль в стратегическом планировании бизнеса. Они позволяют управляющим принимать обоснованные решения относительно запасов, ценовой политики, маркетинговых кампаний и других аспектов.

Преимущества применения информационных систем прогнозирования. Системы прогнозирования помогают оптимизировать затраты и повысить эффективность производственного процесса предприятия общественного питания, обеспечивая правильное сбалансированное количество сырья для приготовления блюд.

Прогнозирование – это предвидение (предсказание), которое предполагает состояние или описание возможных или желательных аспектов, состояний, решений, проблем будущего.

Прогноз – это результат процесса прогнозирования, выраженный в словесной, математической, графической или другой форме суждения о возможном состоянии объекта и его среды в будущий период времени.

Технологии прогнозирования – это инструмент успеха в различных областях. Развиваясь, они приобретают новые возможности и становятся

более точными в предсказаниях. Успешное применение этих технологий требует не только технической экспертизы, но и понимания контекста и особенностей предметной области.

Выбор подхода к управлению ценовыми рисками во многом зависит от наличия надежных прогнозов будущей динамики цены закупаемого сырья, что обуславливает необходимостью решения множества вопросов, возникающих относительно эффективности методов и моделей, используемых для прогнозирования цен, которые должны быть рассмотрены через призму процесса управления закупками на промышленном предприятии.

Прогнозирование спроса на будущий период, представляет собой процесс, во время которого предприятия формируют модель того, что будут покупать в определенный период времени года или временной отрезок, например, через месяц, неделю или в следующем сезоне. На их основе строят прогноз с помощью математических, вероятностных и статистических моделей, а также алгоритмов машинного обучения и нейросетей [1].

Внедрение в предприятие общественного питания, имеющего в своей структуре торгово-закупочную деятельность, информационной системы с технологией прогнозирования, приведет к уменьшению затрат и издержек, вызванных необходимостью контроля за заказами и переноса данных из одной информационной системы в другую.

Детализации работы предприятия общественного питания в процессе «Прогнозирование закупок сырья» в нотации DFD-поток данных, который состоит из двух основных подпроцессов: «Расчёт потребности» и «Оперативная корректировка» (рис. 1).

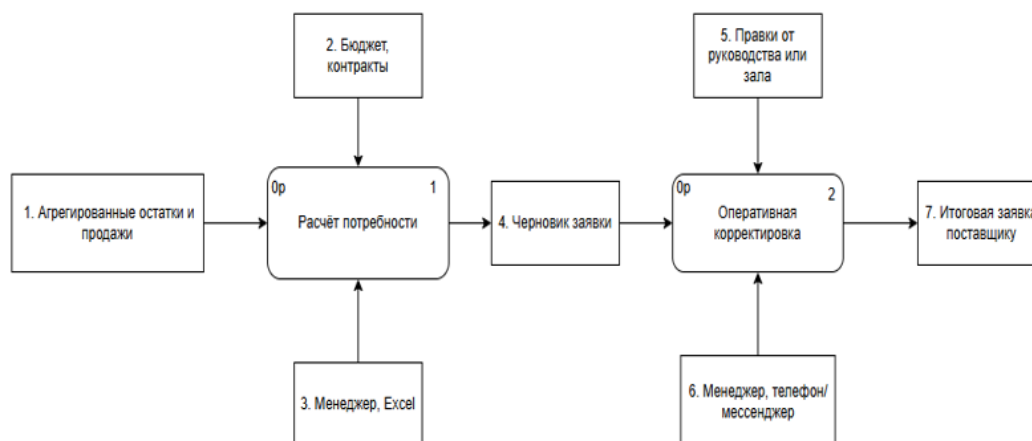


Рисунок 1 – Прогнозирование закупок

Сначала из хранилища «Агрегированные остатки и продажи» поступают данные о текущих запасах на складе и статистике потребления продуктов за отчётный период. Данные обрабатываются в подпроцессе «Расчёт потребности», где менеджер, руководствуясь бюджетом и договорными условиями, вручную рассчитывает предварительный объём закупок.

Затем, отражая гибкую практику предприятия, черновая заявка передаётся в подпроцесс «Оперативная корректировка», где, опираясь на срочные пожелания зала или руководства, менеджер вносит необходимые правки «на лету» — по телефону или через мессенджер. В результате формируется «Итоговая заявка», которая выходит из системы к внешнему хранилищу заявок поставщику.

В этой DFD-модели наглядно показано, что информация проходит через несколько этапов обработки, взаимодействуя с двумя исполнителями (менеджером по закупкам и кладовщиком), тремя хранилищами данных и внешними объектами (поставщик, регламенты бюджета и договоров).

Такое подробное представление выявляет узкие места: каждый ручной расчёт и внесение правок сопряжены с риском неточности, а многократный перенос данных между таблицами и средствами связи

существенно увеличивает время подготовки заявки и повышает вероятность ошибок.

Переход от ручных операций к автоматизированным процессам не только устраняет «узкие места», но и даёт возможность стандартизировать обслуживание, повысить точность планирования закупок сырья [5].

Ключевой проблемой предприятий общественного питания является отсутствие аналитики и прогнозных инструментов при планировании закупок. Сегодня объемы заказа у поставщиков «на лету» корректируются интуитивно, без учета исторических трендов продаж и объективных факторов внешней среды. Между тем сезонность (выходные, праздничные даты) и погодные условия (аномальная жара или дождливая прохлада) существенно влияют на предпочтения гостей: в теплую и солнечную погоду повышается спрос на холодные закуски и прохладительные напитки, а в сырую погоду — на первые горячие блюда. Отсутствие связи между базой заказов и данными о погоде лишает менеджера возможности оперативно откалибровать план закупок и снизить издержки.

Таким образом, потребность в автоматизации прослеживается в трех взаимосвязанных направлениях:

- централизация приема и обработки заказов, чтобы исключить ошибки человеческого фактора и ускорить передачу данных;
- онлайн-контроль складских остатков, позволяющий в любой момент получать актуальную картину запасов без затрат времени на инвентаризацию.
- интеллектуальное прогнозирование закупок, основанное на анализе исторических данных продаж и интеграции с метео-API, для учета сезонных колебаний спроса и повышения точности планирования.

Реализация этих направлений в рамках единой информационной системы призвана повысить операционную эффективность функционирования предприятия общественного питания.

Разработка алгоритмов для системы управления предприятием общественного питания строится на основе анализа всех ключевых бизнес-процессов, начиная от авторизации персонала и заканчивая обработкой кухонных заказов. Основу составляют взаимосвязанные алгоритмические блоки, каждый из которых отвечает за определенный этап работы: управление доступом, работу с меню и обработку заказов. Эти процессы образуют единый технологический цикл, обеспечивающий бесперебойную работу всех подразделений предприятия.

Система авторизации реализована по принципу строгой проверки учетных данных. Применение анализа временных рядов может быть полезно при периодической и сезонной зависимости функционирования предприятия общественного питания [4].

Разработка прогнозов будущего состояния условий хозяйствования включает оценку предстоящей конъюнктуры рынка (для краткосрочных прогнозов) и тенденций изменения рынка и его «смежников» (для среднесрочных и долгосрочных прогнозов).

В методическом плане важно обеспечить сопряжение звеньев цепи «прогноз—план» за счет установления периодов прогнозирования в соответствии с задачами планирования. В настоящее время для этого применяются следующие категории методов прогнозирования: экспертные методы, экономические циклы, прогнозирование продаж, регрессионный анализ, методы временных рядов, причинно-следственные методы (таб.1).

Таблица 1 – Результаты сравнительного анализа методов прогнозирования процессов

№	Наименование метода	Назначение и содержание метода	Недостатки метода при решении ситуации
1	Прогнозирование продаж	Методы делятся на три группы: статистические, экспертные и методы моделирования, определяют влияние одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную, базируются на исторических данных и выявлении закономерностей	Сложность применения, высокая зависимость от качества формализации и квалификации специалиста,
2	Экспертные методы	Методы применяются, когда необходимо оценить что-либо и когда требуется мнение специалистов, для прогнозирования развития событий	Субъективность оценок, влияние человеческого фактора, сложность формализации знаний и трудности в обеспечении объективности, а также затраты времени и ресурсов на организацию работы экспертов
3	Экономические циклы	Методы управления экономическими циклами включают в себя фискальную и монетарную политику, направленную на сглаживание колебаний и поддержание стабильности	Потенциальная неэффективность, запаздывание во времени и возможных побочных эффектах, требует комплексного подхода, включающего краткосрочные и долгосрочные меры
4	Регрессионный анализ	Применяется для изучения взаимосвязи между зависимой переменной и одной или несколькими независимыми переменными	Зависимость от линейности зависимостей, проблемы мультиколлинеарности, зависимость от объема и качества данных
5	Методы временных рядов	Совокупность статистических и математических подходов, используемых для изучения и прогнозирования данных, которые меняются во времени; помогают выявить закономерности, тренды, сезонность	Зависимость от качества и достаточности данных, сложность выбора и применения моделей, проблемы с интерпретацией и экстраполяцией результат

Проанализировав все методы прогнозирования и получив результаты сравнительного анализа, пришли к выводу, что все они являются

статистическими методами, в которых применяется математическое и компьютерное моделирование, соответственно в рамках данной работы для решения поставленных задач выберем временных рядов, а именно метод Хольта-Винтерса, который объединяет наиболее подходящие параметры.

Метод Хольта-Винтерса предназначен для анализа данных, которые демонстрируют как тенденции (рост или падение со временем), так и сезонность (периодические колебания).

Данный метод наиболее эффективен при применении к оптимизации бизнес-процессов в сфере общественного питания, так как в своем контексте использует три компонента для прогнозирования:

- уровень ряда, представляющее собой усредненное значение данных
- тренды, учитывающие наклон или направление изменения данных в соотношении роста или падения;
- сезонность, показывают периодические колебания данных, которые повторяются через определенные промежутки времени.

Модель прогноза Хольта Винтерса – это 3-х параметрическая модель прогноза, которая учитывает: глаженный экспоненциальный ряд, тренд и сезонность и рассчитывается следующим способом:

1. Рассчитываем экспоненциально-сглаженный ряд:

$$L_t = k * Y_t / S_{t-s} + (1-k) * (L_{t-1} + T_{t-1})$$

2. Определяем значение тренда:

$$T_t = b * (L_t - L_{t-1}) + (1-b) * T_{t-1}$$

3. Оцениваем сезонность:

$$S_t = q * Y_t / L_t + (1-q) * S_{t-s}$$

4. Делаем прогноз:

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + p * T_t) * S_{t-s+p}$$

Для выбора технологии прогнозирования необходимо рассчитать экспоненциально-сглаженный ряд:

$$L_t = k * Y_t / S_{t-s} + (1-k) * (L_{t-1} + T_{t-1}),$$

где:

L_t – сглаженная величина на текущий период;

K – коэффициент сглаживания ряда;

S_{t-s} – коэффициент сезонности предыдущего периода;

Y_t – текущее значение ряда (например, объем продаж);

L_{t-1} – сглаженная величина за предыдущий период;

T_{t-1} – значение тренда за предыдущий период.

Коэффициент сглаживания ряда k задается вручную и находится в диапазоне от 0 до 1. Для первого периода в начале данных экспоненциально-сглаженный ряд равен первому значению ряда (например, объему продаж за период):

$$L_1 = Y_1;$$

Сезонность в первом и втором периоде S_{t-s} – равна 1.

Для подбора коэффициентов сглаживания ряда, тренда и сезонности k , b и q , при которых прогноз будет максимально точным, нам необходимо последовательно перебрать все значения k , b и q в диапазоне от 0 до 1 и найти такое сочетание, при котором точность прогноза будет максимальна приближена к 100%.

Периодическая зависимость может быть формально определена, как корреляционная зависимость порядка k между каждым i -м элементом ряда и $(i-k)$ -м элементом k обычно называют лагом (иногда используют эквивалентные термины: сдвиг, запаздывание). Если колебания в измерении не слишком большие, то сезонность можно определить визуально, рассматривая поведение членов ряда через каждые k временных единиц» [5].

Периодическую зависимость можно измерить с помощью автокорреляции, которая определяется как мера корреляции между значениями ряда с разницей во времени, то есть, если временной ряд имеет высокую автокорреляцию, означает, что значения ряда в разные периоды времени имеют сильную связь между собой.

«Автокорреляцию можно вычислить с помощью функции корреляции Пирсона, которая вычисляет корреляцию между двумя переменными. Для случайных величин X и Y формула вычисления коэффициента ρ представляется в следующем виде:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

где σ_x, σ_y – стандартные отклонения, соответствующие случайным величинам

X и Y , а cov – коэффициент ковариации» [2].

Коэффициент ковариации, стоящий в числителе, может быть выражен в терминах математического ожидания и средних значений, тогда получится следующее преобразование исходной формулы:

$$\rho_{x,y} = \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

где μ_x – среднее значение, принимаемое случайной величиной X (и тоже самое для μ_y).

Соответственно для применения методики временных рядов это означает, что вычисление корреляции между значениями ряда необходимо проводить в разные периоды времени. Если автокорреляция является значимой, то это может означать наличие тренда, цикличности или сезонности в ряде, что является актуальным, в том числе и для предприятия общественного питания, так как в основе проектируемой и разрабатываемой информационной системы положен именно метод, отражающий сезонность функционирования (рис. 2).

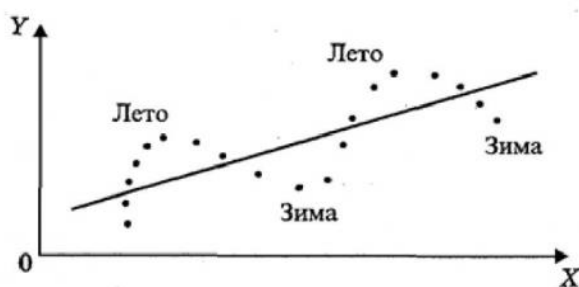


Рисунок 2 – Сезонность функционирования предприятия на основе метода корреляции

Необходимо отметить, что «математические свойства коэффициента корреляции Пирсона, определяют следующие параметры, необходимы для определения следующих величин в создании модели прогнозирования закупок:

- диапазон абсолютных значений коэффициентов корреляции Пирсона выборки и совокупности есть интервал от 0 до +1;

- коэффициенты, равные +1 и -1, в случае выборочной корреляции, соответствуют точкам двумерных данных, лежащих точно на прямой линии и соответствуют двумерной функции распределения, полностью расположенной на прямой;

- коэффициент корреляции Пирсона обладает свойством симметрии

$$\text{corr}(x,y) = \text{corr}(y,x),$$

- коэффициент корреляции Пирсона обладает свойством инвариантности при отдельных изменениях значений параметров сдвига и масштабных параметров в двух переменных, что означает, что при выполнении преобразований вида:

$$X \rightarrow a + bX, Y \rightarrow c + dY,$$

где a, b, c и d – константы ($b, d > 0$), коэффициент корреляции не изменит своего значения» [3].

Преимущества и выводы. Прогнозирование закупок должно происходить на основе исторической статистики заказов за произвольный

период и прогноза погоды на будущую неделю система формирует рекомендации по объёмам закупок каждого ингредиента. Для этого необходимо реализовать интеграцию с внешним API (WeatherAPI), позволяющим в режиме реального времени получать погодные данные и сопоставлять их с наблюдаемыми в прошлом изменениями спроса.

На высоком уровне архитектуру предприятия общественного питания можно описать следующим образом:

1. Уровень данных – реализуется с помощью встроенной базы данных SQLite, управляемой средствами Django ORM. Отвечает за хранение всех сущностей: блюд меню, ингредиентов, состава блюд, истории заказов и погодных условий.

2. Уровень бизнес-логики – реализован через представления (views) и сигналы (signals) в Django. Здесь обрабатываются все операции пользователя: оформление заказа, проверка остатков, списание продуктов, прогнозирование закупок и формирование отчётов.

3. Уровень представления – обеспечивается HTML-шаблонами с применением Bootstrap для адаптивности интерфейсов. Этот уровень взаимодействует с пользователем через формы ввода данных, страницы списков и отчётов, а также модули экспорта данных.

Особую роль в информационной системе прогнозирования закупок играет интеграция с внешним погодным API, которая осуществляется через запросы библиотеки requests. Полученные погодные данные сохраняются в базе и используются в алгоритмах прогнозирования спроса на блюда и расчёта требуемых закупок.

Внешний интерфейс информационной системы выполняет роль контейнера для всех функциональных модулей предприятия. Особое внимание уделено созданию отзывчивого интерфейса, способного адаптироваться к различным сценариям работы в условиях прогноза на будущий период.

Таким образом, рассмотренная методика создания информационной системы, ориентированной на процесс прогноза, подтверждает верность выбранного метода, который положен в основу функционирования разрабатываемой информационной системы. Данное прикладное решение может использоваться для замены бумажных журналов и таблиц Excel при ведении системы планирования и учета товарно-материальных запасов.

Информационная система имеет следующие перспективы развития:

- доработка возможности интеграции с типовыми программными продуктами типа 1С:Предприятие;
- разработка мобильной версии с интеграцией по текущим данным предприятия общественного питания;
- доработка возможности выбора прогнозируемых данных по периодам или параметрам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатов Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления : учебное пособие для вузов / Ю.Н. Алпанов. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 140 с.
2. Афанасьев, В. Н. А94 Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник / В. Н. Афанасьев; Ай Пи Ар Медиа – Саратов, Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : 2020. – 286 с.
3. Барановская, Т. П. Сравнительный анализ эффективности методик контроля остатков / Т. П. Барановская, А. Е. Вострокнутов, В. С. Матюшкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 202. – С. 243-260.
4. Барановская, Т. П. Архитектура цифровой бизнес-модели организации сферы АПК / Т. П. Барановская, А. Е. Вострокнутов, В. А. Кирий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 194. – С. 330-343.
5. Гузиекова, С. М. Роль процессного подхода в построении учетной информационно-аналитической системы при реализации стратегии цифровой трансформации / С. М. Гузиекова, В. В. Салий, О. В. Ищенко // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 29(3). – С. 138-143.
6. Ефанова Н. В. Информационные системы и технологии в управлении проектами : учебное пособие / Н. В. Ефанова, И. М. Яхонтова. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2020. – 157 с.
7. Рочев К.В. Информационные технологии. Анализ и проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов / К.В. Рочев. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 128 с.

REFERENCES

1. Alpatov Ju.N. Modelirovanie processov i sistem upravlenija : uchebnoe posobie dlja vuzov / Ju.N. Alpatov. – 2-e izd. – Sankt-Peterburg: Lan', 2021. – 140 s.
2. Afanas'ev, V. N. A94 Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie : uchebnik / V. N. Afanas'ev; Aj Pi Ar Media – Saratov, Orenburgskij gos. un-t. – Orenburg : 2020. – 286 s.
3. Baranovskaja, T. P. Sravnitel'nyj analiz jeffektivnosti metodik kontrolja ostatkov / T. P. Baranovskaja, A. E. Vostroknutov, V. S. Matjushkina // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – № 202. – S. 243-260.
4. Baranovskaja, T. P. Arhitektura cifrovoj biznes-modeli organizacii sfery APK / T. P. Baranovskaja, A. E. Vostroknutov, V. A. Kirij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 194. – S. 330-343.
5. Guziekova, S. M. Rol' processnogo podhoda v postroenii uchetnoj informacionno-analiticheskoy sistemy pri realizacii strategii cifrovoj transformacii / S. M. Guziekova, V. V. Salij, O. V. Ishhenko // Estestvenno-gumanitarnye issledovanija. – 2020. – № 29(3). – S. 138-143.
6. Efanova N. V. Informacionnye sistemy i tehnologii v upravlenii proektami : uchebnoe posobie / N. V. Efanova, I. M. Jahontova. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina, 2020. – 157 s.
7. Rochev K.V. Informacionnye tehnologii. Analiz i proektirovanie informacionnyh sistem: uchebnoe posobie dlja vuzov / K.V. Rochev. – 4-e izd. – Sankt-Peterburg : Lan', 2025. – 128 s.