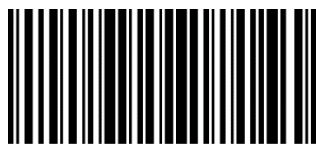


# Информационные технологии в управлении и экономике

2021, № 2

Электронная версия журнала размещена на сайте

<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/> и <http://итуэ.рф/>



ISSN 2225-2819

# Information technology in management and economics

# Информационные технологии

## в управлении и экономике

2021, № 02 (23), 10.06.2021

Электронная версия журнала размещена на сайте

<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>, <http://итуз.рф/>

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Рочев К. В., канд. эконом. наук, технический директор Insense Arts LLC, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ, главный редактор
- Беляев Д. А., канд. экон. наук, президент некоммерческого партнерства «ИТ-Ассоциация Республики Коми»
- Воронов Р. В., доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и кибернетики Института математики и информационных технологий ПГУ
- Дорогобед А. Н., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Затонский А. В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов Березниковского филиала ПНИПУ
- Каюков В. В., доктор экон. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Кожевникова П. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Крестовских Т. С., канд. экон. наук, декан факультета экономики, управления и информационных технологий УГТУ
- Куделин С. Г., канд. техн. наук, инженер-программист EPAM Systems
- Кунцев В. Е., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Минцаев М. Ш., доктор техн. наук, проректор по научной работе и инновациям, зав. кафедрой «Автоматизация и транспортная логистика» ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова
- Михайлюк О. Н., доктор экон. наук, зав. кафедрой финансов и кредита Уральского государственного горного университета
- Назарова И. Г., доктор эконом. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Павловская А. В., канд. эконом. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Полякова Л. П., доктор эконом. наук, профессор, директор Воркутинского филиала УГТУ
- Садыкова Р. Ш., доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления предприятием, АГНИ
- Семериков А. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Смирнов Ю. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Шилова С. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Эмексузян А. Р., канд. экон. наук, ректор КРАГСУ

Журнал выходит 4 раза в год.

Учредитель ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».

ISSN 2225-2819, свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС77-65216.

Электронная почта: [info@itue.ru](mailto:info@itue.ru)

Телефон редакции: +7 (8216) 700-308

Телефон главного редактора: +7 (904) 109-83-18

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Правила для авторов доступны на сайте журнала <http://itue.ru/pravila/>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЛЯКОВА Л. П. Новый взгляд на комплексное бизнес-планирование (на примере системы Sap Integrated Business Planning).....	4
БУХТИЯРОВА Т. И., МИХАЙЛЮК О. Н., БАТУРИНА И. Н., АРТАМОНОВА И. А. Основные тенденции развития демографической ситуации в регионе (на примере Курганской области).....	11
СЕМЕРИКОВ А. В., ГЛАЗЫРИН М. А. Первичный анализ структуры DataFRAME студентов университета.....	17
ШАКИРОВ Д. С., КУДЕЛИН А. Г. Информационно-аналитическая система оценки учебного процесса ФГБОУ ВО «УГТУ».....	23
КУДРЯШОВА О. М., ДВОРЕЦКАЯ П. С. Использование метода целочисленного программирования в задаче раскрытия материала .....	37
ЛОГИНОВ А. Е., БАЗАРОВА И. А. Интеграция системы управления учетными записями ANKEY с СУБД ORACLE .....	44
ВАРЛАМОВА С. А., МЯЛИК П. Н. Использование API при создании веб-приложения по оценке рекламных вложений .....	49
ЛУЦЕНКО Д. Ю. Сборка (CI / CD) проектов, не использующих JVM с помощью GRADLE / KOTLIN.....	61
ЛЮОСЕВ В. А., ПЕЛЬМЕГОВ Р. В. Автоматизированная система передачи показаний приборов учета .....	68
РОЧЕВ К. В., БАЗАРОВА А. М. Разработка атрибутно-ориентированного профилировщика для анализа быстродействия функций программного кода на языке C# .....	73
Сведения об авторах .....	80

**ПОЛЯКОВА Л. П.**  
**НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КОМПЛЕКСНОЕ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ**  
**(НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ SAP INTEGRATED BUSINESS PLANNING)**

*УДК 338.22.021.4, ВАК 08.00.05, ГРНТИ 06.81.12*

Новый взгляд на комплексное бизнес-планирование (на примере системы Sap Integrated Business Planning)

New view at complex business planning (by the example of Sap Integrated Business Planning System)

**Л. П. Полякова**

**L. P. Polyakova**

Воркутинский филиал  
Ухтинского государственного технического университета, г.Воркута

Vorkuta Branch  
FSBEI HE "Ukhta State Technical University", Vorkuta

*В статье представлен обзор ИТ-решений компании SAP AG для ведения бизнеса, а именно система SAP Integrated Business Planning, позволяющая решать задачи прогнозирования и управления спросом, оптимизации запасов и осуществлять контроль цепочек поставок с использованием облачных технологий.*

*Review of IT-solutions of the SAP AG Company for business carrying namely SAP Integrated Business Planning system allows solving problems of demand prediction and managing, stock optimization and realizing delivery chain control using cloud technologies is presented in the article.*

*Ключевые слова: бизнес-планирование, SAP, логистика.*

*Keywords: Business Planning, SAP, logistics*

## **Введение**

«Менеджмент – это наводить порядок в процессах, а не раздавать нагоняи сотрудникам», – писал Эдвардс Деминг [1]. Трудно не согласиться с классиком философии управления качеством. Рост цифровой экономики меняет фундаментальные основы ведения бизнеса. Аналитики считают, что в 2020 году компании потратят 1,3 триллиона долларов на технологии и услуги, которые позволят осуществить цифровую трансформацию их бизнес-моделей, продуктов и услуг. Эта трансформация влияет на все уровни бизнеса, включая рабочие процессы, а также процессы внутреннего соответствия и требования к программному обеспечению. Во многих отношениях предприятия, ориентированные на цифровые технологии имеют конкурентное преимущество на рынке.

Следует отметить тот факт, что в процессе принятия решения по выбору программного продукта прослеживаются различные ожидания от программного обеспечения и, что немаловажно, от поставщиков этого программного обеспечения. Окончательное решение в выборе и покупке программного обеспечения на предприятии среднего и крупного бизнеса принимают в среднем около 20 сотрудников от ИТ-специалистов до менеджера высшего уровня. Для поставщика программного обеспечения это повышает важность проведения скоординированной маркетинговой кампании с многоуровневым обменом мнений, с целью удовлетворения

всех потребностей сотрудников предприятия, так как он должен быть готов обсудить влияние программного продукта на бизнес-результаты и решение бизнес-проблем.

В процессе перехода на цифровую экономику роль ИТ-службы и ИТ-менеджер на предприятии становится ключевой, поскольку от качества программного обеспечения зависят все бизнес-процессы и, как следствие, качество развития и прибыль предприятия. Поэтому важно, чтобы ИТ-менеджер уделял приоритетное внимание инновациям в компании, учитывая тот факт, что технологические достижения способствуют возникновению конкурентных преимуществ предприятия.

Перед крупными предприятиями, компаниями, корпорациями (с более чем 1000 сотрудников) стоит главная задача – эффективное управление с возрастающей сложностью в глобальном масштабе, постоянно сталкиваясь с различного уровня бизнес-задачами, включая растущие темпы бизнеса, растущий объем бизнес-данных, растущие масштабы глобальной торговли и множество рисков для клиентов, сотрудников и поставщиков. Кроме того, крупные предприятия, как правило, являются многонациональными с многоязычными, мультивалютными и многопрофильными подразделениями и это лишь часть проблем. Огромный объем перерабатываемой информации не должен быть преградой в процессе решения бизнес-задач.

Интегрированные решения, предлагаемые компанией SAP AG позволяют предприятиям оптимизировать и реализовывать стратегии развития бизнеса, предоставляют возможность выполнять ключевые бизнес-процессы, ориентированные на конкретную отрасль, с помощью модульных решений, совместимых с другими программными продуктами SAP и решениями других разработчиков.

Организации и отделы, независимо от отраслевой принадлежности, смогут развертывать данные бизнес-приложения поэтапно, – следуя собственным графикам, руководствуясь конкретными потребностями бизнеса и не прибегая к дорогостоящим обновлениям. Данные бизнес-решения обеспечивают расширенные возможности обзора и анализа всех аспектов работы предприятия, повышение операционной эффективности и более гибкое реагирование на изменения в бизнесе. Решения SAP повышают прозрачность информации, поступающей из разных отделов и бизнес-групп, и помогают благодаря этому принимать верные решения и устранять узкие места в работе.

Развернутые в облаке приложения для планирования ресурсов предприятия (SAP Enterprise Resource Planning, SAP ERP) отвечают на вызов такой сложности и фактически стали новым вариантом развертывания ERP-систем для многих предприятий. Искусственный интеллект, машинное обучение, обработка естественного языка, вспомогательные пользовательские интерфейсы и расширенная аналитика в сочетании с тщательно подобранными наборами данных делают облачную ERP-систему интеллектуальной ERP (i-ERP). Эти интеллектуальные приложения – это новые активы, которые нужны предприятиям потому, что они позволяют сотрудникам получать больше информации, автоматизируя транзакции, которые ранее были приостановлены, и даже добавляя больше данных в уравнение, чтобы организации могли немедленно принимать более правильные решения.

Эта эволюция побуждает корпоративных пользователей выбирать технологические решения с интеллектом в программном обеспечении, которые имеет множество форм – автоматизацию рабочих процессов, диалоговые пользовательские интерфейсы, чат-боты и интеллектуальную аналитику в сочетании с тщательно подобранными наборами данных, и другое. В совокупности интеллектуальные рабочие процессы экономят время, повышают операционную эффективность и, что более важно, добавляют уровень анализа больших данных, который люди просто не могут воспроизвести.

Также интеллектуальная ERP-система снабжена дополнительными функциями прогнозирования – анализ и разработка сценариев принятия решений на основании истории и исторических маркеров в рамках своего бизнеса, от клиентов, продуктов и услуг, которые пользуются спросом, до закупок, источников и цепочек поставок для поддержки бизнеса и финансового анализа. При этом учитывается прогнозная аналитика и в результате пользователь получает смоделированные и спрогнозированные бизнес-сценарии, что позволит бизнесу получить больше точные и своевременные бизнес-решения, а также быть более гибким и своевременно реагировать на меняющиеся потребности бизнеса. Важную роль в управлении имеет визуализация данных – каждой функции на предприятии часто приходится анализировать огромный объем данных, чтобы найти ключевые идеи. Инструменты визуализации помогают сотрудникам более эффективно анализировать данные, они необходимы, чтобы быстро увидеть «историю» данных.

Однако объем и количество источников соответствующих бизнес-данных продолжают расти, как и потребность конечных пользователей программного обеспечения ERP в улучшенных инструментах визуализации данных. Также решение SAP ERP предлагает инструментарий, обеспечивающий гибкую отчетность, которая необходима для обеспечения прозрачности и гибкости бизнеса. Однако слишком много организаций застряли с ограниченной функциональностью и небольшой гибкостью, связанной с отчетностью и анализом. Расширение возможностей бизнеса и искусственного интеллекта позволяет сотрудникам экономить драгоценное время и глубже погружаться в данные, чтобы получить дополнительную информацию, которая значительно упрощает составление отчетов.

Если рассматривать новое поколение системы SAP ERP, то следует уделить особое внимание SCM-решению (управление и координация работы логистической сети), а именно системе SAP Integrated Business Planning (SAP IBP), которое является новым облачным SCM-решением от SAP.



Рисунок 1. Блоки SAP Integrated Business Planning [2]

Блоки SAP IBP (Рисунок 1) – Supply Chain Control Tower, Demand Driven Replenishment, Response & Supply, Sales & Operations Planning, Demand, Inventory позволяют решать задачи прогнозирования и управления спросом, оптимизации запасов и осуществлять контроль цепочек поставок в облаке благодаря технологии SAP HANA.

IBP Supply Chain Control Tower отвечает за обеспечение эффективности логистической цепи путем мониторинга, измерения показателей и реагирование на предупреждения, а также за уведомление участников логистической цепи в режиме реального времени. Основные функции и возможности: мониторинг, измерение показателей и реагирование на предупреждения и уведомления логистической цепи; Повышение эффективности логистической цепочки путем управления ключевыми показателями эффективности; управление исключениями с помощью автоматических оповещений, анализа и устранения причин. Определение задач и назначение ответственных для устранения негативных последствий; повышение гибкости и снижение затрат по всей логистической цепи.

**Demand Driven Replenishment.** С помощью данного блока возможно управлять пополнением запаса на основе фактической потребности, а не прогнозов, что позволит защитить логистическую цепь от влияния отклонений путем установки демпфирующих буферов запасов в стратегически важных точках разъединения. Это необходимо для обеспечения максимально короткого времени выполнения оптимального количества запаса. Блок DDR имеет возможность определять стратегические места в цепи поставок, где необходимо держать запасы путем создания буферов точек разъединения; оценивать размеры буфера – создавать профили буфера и вести уровни запасов буфера; динамически корректировать размеры про-

филей буфера на основании различных факторов; планировать на основе потребности - создавать рекомендации по заказам DDMRP и генерации заказов (в ERP); проверять приоритеты, прогнозы по запасам и статуса целостности буферов (расчет и моделирование приоритетности пополнения под обеспечение заказа, уведомления о приоритетах).

IBP Response and Supply – блок, обеспечивающий тактическое и оперативное планирование поставок на основе прогнозов, заказов, уровней запасов с учетом ограничений цепи поставок, который поддерживает как неограниченное планирование (эвристику), так и планирование с оптимизацией, направленной на максимизации прибыли или минимизации затрат. Основные функции и возможности: поддержка тактического (укрупненного) планирования поставок, а также оперативного реагирования и планирования поставок; формирование оптимальных планов производства, закупки и доставки готовой продукции (с учетом или без учета ограничений) с помощью эвристических и оптимизирующих алгоритмов; многоуровневый поиск источников поставки сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также вариантов производства для различных вариантов изготовления; создание и передача подтверждений ATP (available-to-promise) для онлайн-подтверждения сбытовых заказов; создание конечного плана поставок и загрузки мощностей на основе приоритетного спроса (утвержденные прогнозы, подтвержденные заказы, квоты); планирование сценариев и анализ условий «что-если» для фактических или гипотетических изменений потребности (спроса) и/или поставок.

Упростить процессы планирования сбыта и операций для обеспечения баланса между потребностями и поставками благодаря междепартаментному консенсус-плану продаж и операций позволит блок Sales & Operations Planning, который имеет возможность редактирования основных и исходных данных для планирования в удобной форме в режиме онлайн; единого набора данных для всех функциональных подразделений (сбыт, маркетинг, производство, закупки, транспорт, экономика и др.). С помощью блока можно осуществлять ситуационное онлайн-моделирование с возможностью рассчитывать, анализировать и хранить различные сценарии и версии, как исходных данных, так и результатов планирования; а также сравнивать планы между собой и с планами из других систем – финансовое и стратегическое планирование, принятый годовой бюджет и пр. Блок обеспечивает гибкую систему построения отчетности.

Demand – блок, который обеспечивает полную прозрачность спроса, используя множество алгоритмов для средне- и долгосрочного прогнозирования спроса и подробного статистического анализа посредством инструментов прогнозной аналитики. Осуществляется прогнозирование на основе исторических данных с большим количеством преднастроенных моделей (сезонная, трендовая и т.д.) и возможностью разработки собственных; а также оценка точности модели и автоматический выбор наилучшей модели. С помощью факторного анализа — выявления факторов, оценка их действия и учет их влияния при построении прогнозов, возможен выбор оптимального сценария принятия решений, а также хранение и обработка данных планирования в многомерном массиве и учет влияния каждой размерности (регион, клиенты, продукты и пр.) при утверждении финального плана.



Установление оптимальных целевых показателей запасов, которые позволят максимизировать прибыль благодаря многоуровневой оптимизации – возможности блока Inventory с помощью которого возможен расчет оптимального уровня запасов на всех интервалах планирования и во всех точках их возможного хранения (склады сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, дистрибуционные центры, арендуемые и портовые склады и пр.); расчет страховых запасов в зависимости от требуемого уровня клиентского сервиса, уровня и ошибки прогноза, стоимости закупки, производства, транспортировки и хранения продукции, длительности и неопределенности функциональных циклов (производство, транспортировки и пр.).

Внедрение в бизнес-среду предприятия системы SAP Integrated Business Planning очевидны – прослеживаются как количественные изменения, напрямую отражающиеся на финансовых показателях, так и качественные изменения. Количественные выгоды, которые рассчитаны на основании бенчмарков SAP [2].

Увеличение выручки 2-3% благодаря своевременному принятию управленческих решений топ-менеджерами при среднесрочном планировании, за счет более полной загрузки мощностей предприятия (производство, транспорт, склад), благодаря росту уровня сервиса.

Увеличение выручки от инструментов планирования имеет ряд причин, в первую очередь связанных с получением прозрачной управленческой среды и инструментов планирования, моделирования на различных горизонтах.

Сокращение запасов материалов (готовая продукция, полуфабрикаты, сырье) на 5-20% обеспечивает увеличение точности прогнозирования, учет ограничений цепочки поставок, использование оптимизационных методов при расчете сети поставок, увеличение частоты перепланирования и другое.

Запасы являются одним из самых комплексных показателей и являются следствием большого количества процессов. Сокращение запасов приводит как к однократному воздействию на бизнес за счет высвобождения капитала, которое как правило не отражается в инвестиционном обосновании проекта, так и к ежегодному эффекту за счет снижения стоимости обслуживания заемного капитала.

Увеличение уровня сервиса на 10-50% имеет ряд позитивных последствий для компании в краткосрочной перспективе, так и со стратегической точки зрения. Уровень сервиса тесно связан с запасами.

Снижение затрат на транспортировку, хранение, складскую обработку, дистрибуцию на 5-15% от инструментов планирования имеет ряд причин, в первую очередь связанных с получением прозрачной управленческой среды и инструментов планирования и моделирования в различных перспективах.

Снижение себестоимости отгруженной продукции на 2-3% происходит ввиду снижения прямых затрат и уменьшения замороженного капитала (затрат на его обслуживание).

Интегрированный процесс среднесрочного и долгосрочного планирования и моделирования для всех подразделений бизнес-структуры предприятия, включая финансы, производство, транспорт, сбыт, закупки и другое, дает возможность, в том числе, поднять точность бюджетирования и, как следствие, более сбалансированного и своевременного привлечения денежных средств по более выгодным

условиям. Как следствие – снижение выплат за использование привлеченных денежных средств на 2-3%.

Нельзя не отметить качественные изменения бизнес-структуры после внедрения системы SAP Integrated Business Planning. Противоречия между подразделениями компании, нередко возникающие в крупных корпорациях позволят уменьшить единое "окно в будущее" (интегрированный план), единый процесс планирования всей цепочки поставок с участием всех подразделений компании, скользящий принцип планирования. Моделирование и аналитика "что-если" позволяют принимать более точные управленческие решения, что является одним из главных факторов успешного ведения бизнеса.

Таким образом, Пакет SAP Integrated Business Planning дает предприятиям возможность выполнять ключевые бизнес-процессы, ориентированные на повышение уровня эффективности бизнеса, с помощью модульных решений, совместимых с другими программными продуктами SAP и решениями других разработчиков с использованием облачных технологий.

### **Список использованных источников и литературы:**

1. Деминг, У. Э. Выход из кризиса : Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / У. Эдвардс Деминг. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 879 с.
2. Инструменты для обеспечения гибкости цифровой цепочки поставок для вашей отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sapmybiz.ru/ibp/> (дата обращения: 24.05.2021).

### **List of references**

1. Deming, W. E. Way out of the crisis: a new paradigm for managing people, systems and processes / W. Edwards Deming – M.: Alpina Business Books, 2007. – 879 p.
2. Tools to provide digital supply chain flexibility for your industry, <https://sapmybiz.ru/ibp/>, accessed May 24, 2021.

**БУХТИЯРОВА Т. И., МИХАЙЛЮК О. Н.,  
БАТУРИНА И. Н., АРТАМОНОВА И. А.  
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ  
СИТУАЦИИ В РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**  
*УДК 331.5, ВАК 08.00.05, ГРНТИ 06.61.23*

Основные тенденции развития демографической ситуации в регионе (на примере Курганской области)

The main trends in the development of the demographic situation in the region (on the example of the Kurgan region)

**Т. И. Бухтиярова<sup>1</sup>, О. Н. Михайлюк<sup>2</sup>,  
И. Н. Батурина<sup>3</sup>, И. А. Артамонова<sup>3</sup>**

**T. I. Bukhtiyarova<sup>1</sup>,  
O. N. Mikhailyuk<sup>2</sup>, I. N. Baturina<sup>3</sup>,  
I. A. Artamonova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Челябинский филиал, г. Челябинск;

<sup>1</sup>Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation Chelyabinsk Branch, Chelyabinsk

<sup>2</sup>Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург;

<sup>2</sup>Ural State Mining University, Yekaterinburg

<sup>3</sup>Курганский государственный университет, г. Курган

<sup>3</sup>Kurgan State University, Kurgan

*В статье проведена оценка демографической ситуации и тенденция ее развития в Курганской области. Кроме того отмечены пути повышения эффективности реализации национального проекта «Демография»*

*The article assesses the demographic situation and the tendency of its development in the Kurgan region. In addition, the ways to improve the efficiency of the implementation of the national project "Demography"*

**Ключевые слова:** демография, индикаторы демографической составляющей РФ, угрозы региональной экономической безопасности

**Key words:** demography, indicators of the demographic component of the Russian Federation, threats to regional economic security

## **Введение**

Стабильность социально-экономического развития России во многом зависит от решения демографических проблем – роста численности населения, качества и продолжительности его жизни. Достижение и демографического состояния страны в целом и отдельных регионов в частности оказывает существенное влияние на уровень ее социально-экономического, политического и этнического развития [1, 3].

Индикативный подход к управлению социально-экономическим развитием позволяет сформулировать ключевые индикаторы демографического состояния Российской Федерации:

– рост численности населения до 147,5 млн. чел.;

- ожидаемая продолжительность жизни обоих полов не менее 74 лет;
- увеличение суммарного коэффициента рождаемости до уровня 1,87;
- миграционный прирост на уровне не менее 200 тыс. человек ежегодно [7].

Объектом настоящего исследования выступает Курганская область. Предмет исследования – социально-экономические отношения в процессе реализации цели и задач национального проекта «Демография».

Численность населения Курганской области имеет постоянную тенденцию к сокращению (темп изменения в 2019 году к 2015 году составляет 95,9 % (Таблица 1).

Таблица 1. Численность населения, тыс. чел

Регион	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в % к 2015 г.
Российская Федерация	146545	146804	146880	146781	146749	100,1
УрФО, всего:	12308	12345	12356	12350	12361	100,4
в т.ч. Курганская обл.	862	854	846	835	827	95,9
Свердловская обл.	4330	4329	4325	4316	4311	99,6
Тюменская обл.	3615	3660	3692	3723	3757	103,9
Челябинская обл.	3501	3502	3493	3476	3466	99,0

\* Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. Статистический сборник. – М. : Росстат, 2020. – 1242 с.

Хотя если рассматривать численность населения УрФО, то за анализируемый период имеет тенденцию роста, даже выше чем в целом по Российской Федерации. В территориальном разрезе в Тюменской области за этот период наблюдается стабильный рост, в Челябинской области темп снижается и составляет 99,6 %. Приведенные данные подтверждают, что не достигнуты целевые ориентиры по данному показателю.

Таким образом, явно обозначенной угрозой развития ситуации Зауралья является снижение численности населения. Причем сокращение наблюдается как среди городского, так и среди сельского населения (Рисунок 1).

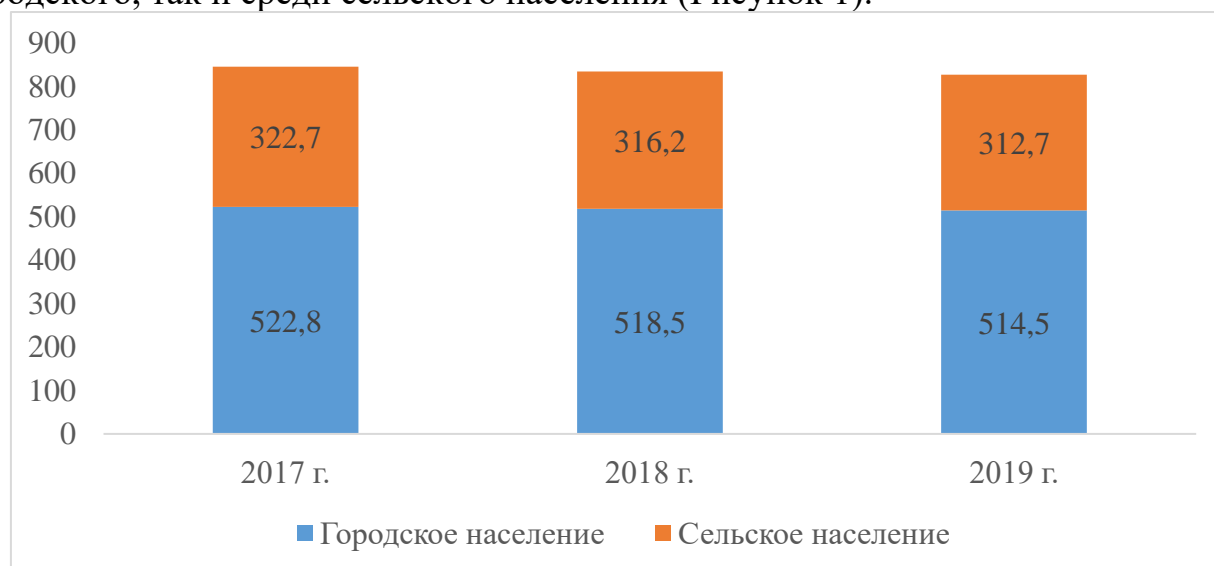


Рисунок 1. Динамика и состав населения Курганской области, тыс. чел. [2]

Так, количество городского населения в 2019 году составила лишь 514,5 тыс. чел. и сельского населения 312,7 тыс. чел., что меньше по сравнению с 2017 годом на 8,3 и 10,0 тыс. чел. соответственно.

Коэффициенты естественного прироста населения Курганской области имеют отрицательное значение (Таблица 2).

Таблица 2. Динамика естественного прироста населения Курганской области, чел.

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в % к 2017 г.
Число родившихся	9469	8642	7643	80,7
Число умерших	12928	12990	12651	97,9
Естественный прирост, убыль (-)	-3459	-4348	-5008	144,8

\* Курганская область в цифрах, 2020. Крат. Стат. Сб. / Свердловскстат. – Курган, 2020. – 211 с.

Число родивших за исследуемый период сократилось на 1826 человек или на 19,3 %. Так как число родившихся сокращается быстрее, чем количество умерших, которые еще то сокращаются, то увеличиваются, имеют не стабильную динамику. Следовательно в регионе наблюдается естественная убыль населения, которая еще в свою очередь повышается, что является отрицательным моментом. Это существенная угроза в демографической сфере Курганской области.

На протяжении длительного времени наблюдается тренд в общей численности населения мужчин – 47 % и женщин – 53 % (Таблица 3).

Таблица 3. Соотношение мужчин и женщин, на 1000 мужчин приходится женщин

Регион	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2019 г. в % к 2015 г.
Российская Федерация	1158	1157	1156	1155	1154	99,65
УрФО	1147	1147	1146	1145	1144	99,74
Курганская обл.	1176	1176	1174	1172	1170	99,49

\* Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. Статистический сборник. – М. : Росстат, 2020. – 1242 с.

В целом по стране и по регионам соотношение мужчин и женщин можно считать устоявшейся тенденцией и Курганская область не является исключением. Причем, преобладание женщин над мужчинами значительно превышает средние показатели по РФ и по Уральскому федеральному округу (УрФО). Эта тенденция может негативно повлиять на воспроизводстве населения.

На протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение доли населения старше трудоспособного возраста над молодежью. При этом на трудоспособное население приходится чуть больше 50 % всего населения Зауралья (Таблица 4).

Таблица 4. Структура населения по основным возрастным группам, %

Возрастные группы	РФ	УрФО	Курганская обл.
2017 г.			
Моложе трудоспособного возраста	18,6	20,4	19,4
В трудоспособном возрасте	56,0	56,1	51,5
Старше трудоспособного возраста	25,4	23,5	29,1
2018 г.			
Моложе трудоспособного возраста	18,7	20,5	19,4
В трудоспособном возрасте	55,4	55,5	50,8
Старше трудоспособного возраста	25,9	24,0	29,8
2019 г.			
Моложе трудоспособного возраста	18,7	20,5	19,4
В трудоспособном возрасте	56,3	56,4	51,8
Старше трудоспособного возраста	25,0	23,1	28,8

\* Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. Статистический сборник. – М. : Росстат, 2020. – 1242 с.

Сформировавшаяся возрастная структура населения повлекла за собой увеличение демографической нагрузки, т.е. увеличение числа лиц старше трудоспособного возраста, приходящихся на 1000 чел. трудоспособного возраста. В то же время коэффициенты демографической нагрузки свидетельствуют о том, что число лиц моложе трудоспособного возраста, приходящихся на 1000 чел. трудоспособного возраста имеет незначительную тенденцию роста, что является позитивным (за исключением Курганской области) (Таблица 5).

Таблица 5. Коэффициенты демографической нагрузки (на 1000 чел. трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов)

Регион	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г. в % к 2016 г.
Всего				
РФ	785	804	775	98,7
УрФО	784	803	775	98,8
Курганская обл.	943	969	930	98,6
Моложе трудоспособного возраста				
РФ	331	337	332	100,3
УрФО	364	370	365	100,3
Курганская обл.	377	383	374	99,2
Старше трудоспособного возраста				
РФ	454	467	443	97,6
УрФО	420	433	410	97,6
Курганская обл.	566	586	556	98,2

\* Регионы России. Социально-экономические показатели 2020. Статистический сборник. – М. : Росстат, 2020. – 1242 с.

Запланированный показатель средней продолжительности жизни в 74 года к 2025 году также останется не достижимым, даже не смотря на то, что год от года наблюдается незначительное увеличение такого показателя, как «Ожидаемая продолжительность жизни при рождении» (с 69,43 в 2016 году до 71,14 лет в 2019 году) [5, 6]. Следовательно, угроза естественной убыли населения области и не до-

стижение средней продолжительности жизни в 74 года свидетельствует об ухудшении демографии в Курганской области.

Рассмотренные угрозы в демографической сфере остаются нерешенными как на уровне страны, так и на отдельных ее территориях, в т. ч. и в Курганской области, что подтверждает необходимость особого внимания государства к решению задач экономической и демографической безопасности, их взаимосвязи и взаимобусловленности.

## Выводы

Управление демографической ситуацией в Курганской области в силу наличия обозначенных диспропорций не обеспечивает достижения эффективной политики занятости населения. Для выявления положительных и отрицательных факторов в решении данной управленческой задачи необходим постоянный мониторинг выявления позитивных и негативных факторов, оказывающих влияние на политику управления демографией, т.е. выявления сильных и слабых сторон влияния факторов. В качестве позитивных сильных сторон можно указать:

- 1) наличие структур по реализации политики демографии, наделенных полномочиями в соответствии с национальным проектом «Демография»;
- 2) разработка региональной политики демографии.

В качестве слабых негативных сторон выделяется различие в уровнях финансирования программ развития медицинского обслуживания.

Кроме того, к возможностям совершенствования относятся разработка мотивационной политики, учет запросов населения по финансовым ресурсам медицинского обслуживания, дошкольного и школьного образования, развития мер поддержки перспективного роста населения.

По своему значению негативные факторы оказывают большое влияние поскольку отражают проблемы и связанные с этим последствия. Оценка влияния внешних факторов показывает, что наличие больших возможностей в реализации демографической политики ограничивается наличием угроз, связанных с недостаточным финансированием реализации данного проекта и его последствий.

Таким образом, проведенный анализ определяет ближайшие ориентиры для повышения эффективности политики управления национальным проектом «Демография». Последние позволяют более глубоко и достоверно оценить возможности и перспективы достижения поставленных целей и задач в части преодоления дисбаланса в качественных характеристиках населения. Для повышения эффективности реализации национального проекта «Демография» необходимо расширять использование информационных технологий, которые позволили бы: во-первых осуществить реальный мониторинг и прогноз; во-вторых, осуществить структурную профессиональную подготовку и переподготовку управленческих кадров, работников медицинских и сопутствующих сфер деятельности данного проекта. Использование предлагаемых мер создаст условия для полной реализации особенностей данного проекта.

### Список использованных источников и литературы

1. Батурина И. Н., Артамонова И. А. Безработица – одна из проблем экономической безопасности Курганской области // Экономические исследования и разработки, 2019. – № 5. – С.145-150
2. Курганская область в цифрах. 2020: Крат.стат.сб. / Свердловскстат. – Курган, 2020. – 211 с.
3. Кудреватых Н. В. Экономическая безопасность региона : учебное пособие. – СПб. : ИЦ «Интермедия», 2016. – 168 с.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019 : Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с.
5. «Стратегия социально-экономического развития Курганской области до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Курганской области от 24 января 2011 г. №05-р
6. Максаев А. А., Луковцева А. К. Анализ социально-экономического положения Курганской области по УФО (итоги «Стратегия – 2020). – Российский экономический интернет-журнал. – Учредители : институт исследователей, товародвижения и конъюнктуры оптового рынка (Москва)
7. Указ Президента РФ от 09.10.2007 г. – № 1351 (ред. От 01.07.2014 г. «Об утверждении Концепции демографической политики РФ на период до 2025года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71673/ceebec401ce0ddc3ac356d42e80bfb32b2697082/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/ceebec401ce0ddc3ac356d42e80bfb32b2697082/) (дата обращения 22.03.2020)

### List of references

1. Baturina I. N., Artamonova I. A. Unemployment is one of the problems of economic security of the Kurgan region // Economic research and development, 2019. – No. 5. – P.145-150
2. Kurgan region in figures. 2020: Brief statistic sat. / Sverdlovskstat. – Kurgan, 2020. – 211 p.
3. Kudrevatykh N. V. Economic security of the region: study guide. – SPb. : IC "Intermedia", 2016. – 168 p.
4. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: Stat. Sat. / Rosstat. – M., 2019. – 1204 p.
5. "Strategy of socio-economic development of the Kurgan region until 2020", approved by the order of the Government of the Kurgan region dated January 24, 2011.
6. Maksaev A. A., Lukovtseva A. K. Analysis of the socio-economic situation of the Kurgan region in the Ural Federal District (results of the "Strategy - 2020). - Russian economic Internet magazine. – Founders: Institute of Researchers, Trade Movement and Wholesale Market Conjuncture (Moscow)
7. Decree of the President of the Russian Federation of 09.10.2007 – No. 1351 (as amended on 01.07.2014 "On approval of the Concept of the demographic policy of the Russian Federation for the period up to 2025, [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_71673/ceebec401ce0ddc3ac356d42e80bfb32b2697082/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/ceebec401ce0ddc3ac356d42e80bfb32b2697082/), accessed Marth 22, 2020



# СЕМЕРИКОВ А. В., ГЛАЗЫРИН М. А. ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ DATAFRAME СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА

УДК 378.141.21:330.47, ВАК 05.13.01:08.00.05, ГРНТИ 06.35.51

Первичный анализ структуры DataFrame  
студентов университета

Simulation of a process model of  
functioning of the enterprises for ren-  
dering of services

А. В. Семериков<sup>1</sup>, М. А. Глазырин<sup>2</sup>

A.V. Semerikov<sup>1</sup>, M.A. Glazyrin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

<sup>1</sup>Ukhta State Technical University,  
Ukhta

<sup>2</sup>Вятский государственный университет,  
г. Киров

<sup>2</sup>Vyatka State University, Kirov

*В статье представлен первичный анализ данных с использованием Pandas (библиотека Python). С помощью структуры DataFrame рассмотрен файл формата xlsx, в котором содержится обезличенное описание 37609 студентов по 13 признакам: институт, специальность, форма обучения, категория, средний балл, пол, общежитие, семейное положение, медаль, тип школы, лет после школы, страна, город. В качестве целевого признака принят факт окончания. При выполнении всей учебной программы этот признак имеет значение 1, в противном случае он равен 0. Также он может принимать значение от 0 до 100. Первичный анализ данных выявил характерные особенности рассматриваемых данных, которые в процессе машинного обучения могут не позволить построить деревья принятия решения не большой глубины, при кластеризации представляется проблемным снизить размерность главных компонент.*

**Ключевые слова:** большие данные, объекты, признаки, целевой признак, Pandas, библиотека Python.

*This article introduces primary data analysis using Pandas (Python library). Using the DataFrame structure, an xlsx file is considered, which contains a description of 37609 students by 13 characteristics: institute, specialty, form of study, category, GPA, gender, dormitory, marital status, medal, type of school, years after school, country, city. The fact of completion is taken as the target feature. During the execution of the entire curriculum, this feature has a value of 1, otherwise it is equal to 0. It can also take a value from 0 to 100. The primary data analysis revealed the characteristic features of the data under consideration, which in the process of machine learning may not allow building decision trees. large depth, during clustering it seems problematic to reduce the dimension of the principal components.*

**Keywords:** big data, objects, features, target trait, Pandas, Python library.

## Введение

После окончания обучения в среднем учебном заведении многие школьники имеют желание продолжить обучение в высших учебных заведениях (ВУЗ). Для поступления в ВУЗ они предоставляют персональные данные, которые после зачисления расширяются и уточняются.

Набор данных о каждом студенте состоит из параметров: год поступления, название института, специальность, форма обучения, категория конкурса, сумма баллов, средняя сумма баллов, инвалидность, льготы, должность, страна, регион, город, процент окончания.

Последний параметр представляет собой целевой признак. Если студент окончил ВУЗ, этот параметр имеет значение 100. В противном случае он имеет значение пропорциональное количеству закрытых сессий или дисциплин. Если, например, студент закрыл половину сессии, то целевой признак имеет значение 50. В таком виде этот целевой признак можно использовать для построения регрессионной функции при проведении машинного обучения с учителем. Для проведения машинного обучения с целью классификации студентов этот целевой признак заменяется. В этом случае, если студент успешно справился с программой университета, значению целевого признака присваивается значение 1, в противном случае его значение равно 0.

Имея большое количество данных о студентах, представляется возможным, используя методы машинного обучения, построить дерево решений, регрессионную функцию и осуществить процесс кластеризации. На основе дерева решений, регрессии и кластеризации можно предсказать будущее студента первокурсника, то есть определить наиболее вероятный исход. Закончит он обучение в университете с целевым признаком 100 или с каким-либо другим.

В результате машинного обучения [1] необходимо построить алгоритм, который с большой достоверностью определял бы значение целевого показателя у вновь прибывшего студента. При этом можно ожидать построения недообученного или переобученного алгоритма. В последнем случае созданный алгоритм хорошо определяет положение студента на текущих данных и плохо справляется с вновь прибывшими студентами. Это происходит из-за большого влияния первичных данных на значение целевого признака. В первом же случае наоборот алгоритм был получен при недостаточном количестве переборов (кроссвалидация) исходных данных. Поэтому, прежде чем заняться машинным обучением, необходимо провести первичный анализ данных, который позволит установить шумы и противоречия в первичных данных. Кроме того в ходе первичного анализа данных можно сделать предварительный прогноз целевого признака.

## Экспериментальная часть

В настоящей статье представлен первичный анализ данных с использованием Pandas – это библиотека Python, предоставляющая широкие возможности для анализа данных. С ее помощью очень удобно загружать, обрабатывать и анализировать табличные данные с помощью SQL-подобных запросов. В связке с библиотеками Matplotlib и Seaborn появляется возможность удобного визуального анализа табличных данных [2].

В процессе обучения студентов в университете накопился большой объем данных, которые можно извлечь в виде таблицы Microsoft Excel в формате `xlsx`. Файл такого формата очень хорошо считывается с помощью библиотеки `Pandas`. Основными структурами в `Pandas` являются классы `Series` и `DataFrame`. Последний используется для представления данных, в которых строки соответствуют набору признаков для описания отдельного студента, а столбцы соответствуют этим признакам.

В настоящей статье представлены результаты анализа данных, относящихся к описанию отдельного студента по 13 признакам: институт, специальность, форма обучения, категория, средний балл, пол, общежитие, семейное положение, медаль, тип школы, лет после школы, страна, город. Целевой признак имеет название «Факт окончания» (Таблица 1).

Таблица 1. Исходный набор данных по каждому студенту

Институт	Специальность	Форма обучения	Категория	Средний балл	Пол	Общежитие	Семейное положение	Медаль	Тип школы	Лет после школы	Страна	Город	Факт окончания
СТИ	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов	очная	общий конкурс	63,3	м	да	не женат	нет медали	школа	5	Россия	Ухта	1
ИнЭУиИТ	Автоматизированные системы обработки информации и управления	заочная	общий конкурс	65	м	да	не женат	серебряная	училище	7	Россия	Ухта	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Для проведения исследования представленных данных с помощью библиотек `Python`, была проведена замена текстовых данных на числовые следующим образом. По каждой колонке определялось количество уникальных признаков. Затем каждому уникальному текстовому признаку присваивалось соответствующее число. Например, т. к. количество уникальных форм обучения два (очная и заочная), то в колонке форма обучения проставляются соответственно 0 и 1. Таким образом переходим к следующему набору данных (Таблица 2).

Таблица 2. Числовой набор данных по каждому студенту

Институт	Специальность	Форма обучения	Категория	Средний балл	Пол	Общежитие	Семейное положение	Медаль	Тип школы	Лет после школы	Страна	Город	Факт окончания
3	45	2	1	63,3		0	1	1	4	5	1	4	1
2	43	1	1	65		да	1	3	5	7	1	4	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Для проведения исследования представленных наборов данных представляется удобным использование интерактивной вычислительной среды Jupyter Notebook [1], с помощью которой осуществляется импорт библиотеки Pandas, которая позволяет прочитать исходную Таблицу 2 в формате Microsoft Excel (Рисунок 1).

Институт	Специальность	Форма обучения	Категория	Средний балл	Пол	Общежитие	сем. Положение	Медаль	Тип школы	Лет после школ	Страна
0	1	1	1	1	52.7	1	0	1	1	1	1
1	2	2	1	2	26.7	1	1	1	1	2	2
2	3	3	1	1	63.3	1	0	1	1	2	1
3	1	4	1	2	26.3	1	0	1	1	3	3
4	3	5	1	1	44.7	1	0	1	1	1	4

Рисунок 1. Числовой набор данных по каждому студенту в представлении Pandas

Расчет основных статистических показателей данных Таблицы 2, представленных в Таблице 4, показал, что при общем количестве обучавшихся студентов 37609 человек средний балл при поступлении в университет составляет 52,67. Из 37609 студентов 17133 студентов получили дипломы об образовании. Это составляет 46 % от общей численности студентов.

Таблица 4. Основные статистические показатели

Форма обучения	Категория	Средний балл	Пол	Общежитие	Сем. положение	Медаль	Тип школы	Лет после школы	Страна	Город	Факт окончания
37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609	37609
1.76	1.25	52.67	0.66	0.43	1.81	1.05	4.64	12.19	1.09	92.80	0.46

При этом, согласно критерия согласия Пирсона и теста Шапиро-Уилк гипотеза о нормальности функции распределения признака «средний балл» отклоняется. Отклонение от нормального закона распределения свидетельствует о большом количестве студентов со средним баллом ниже 52,67. В этом можно убедиться, если посмотреть на количество студентов по признаку «средний балл»: 52,7 балла у 7031 человек, 50 баллов у 529 человек, 52 балла у 479 человек и т.д.

Подсчет количества студентов по каждому институту показывает крайнюю неравномерность (Таблица 5).

Таблица 5. Количество студентов в институтах

Номер института	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество студентов	12158	7380	8540	8751	166	176	1	12	1

Институты с номерами 7, 8, 9 можно отнести к шумам. Поэтому, перед проведением машинного обучения, записи строки с этими объектами удаляются. Тем самым качество обучения при построении дерева решения и проведении кластеризации должно улучшиться.

В представленных для анализа данных наблюдается слабая зависимость статистик (средних значений) признаков объектов от целевого признака. В этом можно убедиться, сравнивая значения в Таблице 6.

Таблица 6. Значение средних признаков в зависимости от целевого признака

Институт	2,45	2,55
Специальность	10,03	42,05
Форма обучения	1,77	1,74
Категория	1,22	1,29
Средний балл	52,06	53,4
Пол	0,67	0,65
Общежитие	0,48	0,37
Семейное положение	1,73	1,93
Медаль	1,05	1,06
Тип школы	4,68	4,58
Лет после школы	12,09	12,3
Страна	1,05	1,33
Город	85,77	101,21
Факт окончания	0	1

## Результаты

Анализ признаков объектов (студентов) позволяет сделать такие выводы:

1. Предварительный прогноз по целевому признаку. Примерно половина, обучающихся студентов, закончат институты с получением диплома (Таблица 7).

2. Высота дерева решения при этих данных будет большой.

3. В формуле регрессии все признаки будут иметь примерно одинаковые значения.

Таблица 7. Количество студентов в зависимости от факта окончания

Факт окончания	Институт											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Все
0 (не закончил)	6454	4533	4576	4477	152	127	1	12	1	106	37	20476
1 (закончил)	5704	2847	3965	4274	14	49	0	0	0	89	191	17133
Все	12158	7380	8541	8751	166	176	1	12	1	195	228	37609

4. При проведении кластеризации не удастся выделить ограниченное количество главных компонент (снизить размерность до 2 или 3).

5. Студенты со средним количеством баллов больше 50 могут расположиться в таком соотношении (Таблица 8).

6. Точность прогноза по целевому признаку ожидается не высокой

Таблица 8. Количество студентов в зависимости от факта окончания

Средний балл больше 50	Факт окончания		
	0 (не закончил)	1 (закончил)	Все
0 (нет)	7488	5668	13156
1 (да)	12988	11465	24453
Все	20476	17133	37609

На графике это выглядит так (Рисунок 2).

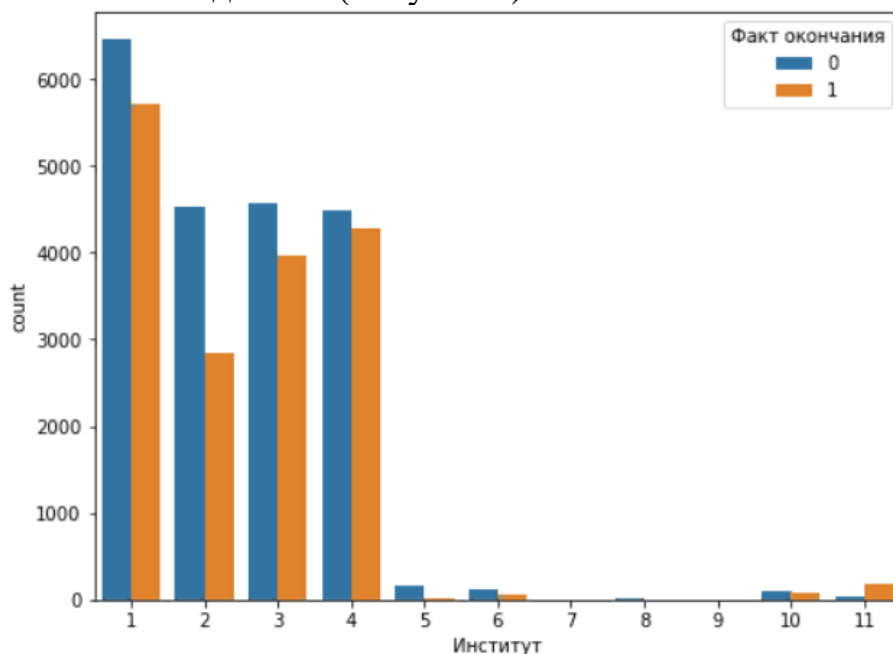


Рисунок 2. Количество студентов по институтам

### Список использованных источников и литературы

1. Открытый курс по машинному обучению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=p9Hny3Cs6rk> (дата обращения: 11.02.2021).

### List of references

1. Open Course in Machine Learning, <https://www.youtube.com/watch?v=p9Hny3Cs6rk>, accessed February 11, 2021.

**ШАКИРОВ Д. С., КУДЕЛИН А. Г.**  
**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ**  
**УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ФГБОУ ВО «УГТУ»**

УДК 004.912:332.62, ВАК 05.13.10, ГРНТИ 20.01.04

Информационно-аналитическая система оценки учебного процесса  
ФГБОУ ВО «УГТУ»

Information and analytical system for  
assessing the educational process

**Д. С. Шакиров, А. Г. Куделин**

**D. S. Shakirov, A. G. Kudelin**

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,  
Ukhta

*В статье представлена работа по проектированию и разработке информационно-аналитической системы оценки учебного процесса ФГБОУ ВО «УГТУ» для отдела разработки, сопровождения и обслуживания информационных систем. Анализ предметной области выявил, что для управления учебным заведением требуется принимать определённые решения, а для этого необходимо владеть информацией. Сотрудникам ОР-СиОИС приходится вручную извлекать необходимую информацию и использовать её для получения зависимостей, которые будут использоваться для оценки качества учебного процесса. Разработка информационно-аналитической системы упростит данный процесс, позволит сократить время работы с данными и проверки их достоверности.*

*The article presents the work on the design and development of an information-analytical system for assessing the educational process of FSBEI HE "USTU" for the department of development, support and maintenance of information systems. An analysis of the subject area revealed that certain decisions are required to manage an educational institution, and for this it is necessary to have information. DDS and MIS employees have to manually extract the necessary information and use it to obtain the dependencies that will be used to assess the quality of the educational process. The development of an information-analytical system will simplify this process and reduce the time it takes to work with data and verify its accuracy.*

**Ключевые слова:** информационно-аналитическая система, учебный процесс, анализ данных.

**Key words:** information and analytical system, educational process, data analysis.

## **Введение**

В современном мире информационные технологии достигли довольно высокого уровня развития. Они проникли во все сферы деятельности нашего общества. Особое место они занимают и в образовательной системе. Так как главная

задача образования – это совершенствование образовательных программ и улучшение качества предоставления образовательных услуг, направленных на подготовку специалистов, отвечающих современным вызовам развития экономики нашей страны. На сегодняшний день объёмы информации, с которым сталкиваются ВУЗы при осуществлении управления учебным процессом, огромны.

Качество предоставляемых ВУЗами образовательных услуг во многом зависит от системы управления этими организациями. Для принятия эффективных оперативных и стратегических решений нужна достоверная своевременная аналитическая информация о результатах деятельности ВУЗов.

Современный ВУЗ – это организация, представляющая собой сложную структуру деятельности, который обладает огромной собственной базой данных, информационной системой и технологиями электронного университета. Они помогают собирать данные, заносить их в формы, хранить, формировать оперативные отчёты и т.д. Разработка же информационно – аналитической системы поможет эффективно использовать имеющуюся информацию для объективной оценки учебного процесса в университете.

Цель данной работы заключается в создании информационно-аналитической системы оценки учебного процесса, которая позволит использовать информацию, имеющуюся в БД для выявления различных факторов и зависимостей, которые мы сможем исключить, для того, чтобы правильно оценить качество учебного процесса.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать простой интерфейс для выборки данных из ИС УГТУ;
- выполнить анализ аналогов и литературы;
- сформулировать аксиомы и гипотезы о факторах, влияющих на качество учебного процесса;
- проверить сформулированные гипотезы на имеющихся данных;
- построить статистическую модель оценки качества учебного процесса.

Актуальность разработки ИАС оценки учебного процесса УГТУ заключается в том, что не существует готовых решений для проведения аналитики, есть только ПО, которое является инструментом для статистических исследований. Невозможно управлять качеством учебного процесса без её оценки. Для этого необходимо подготовить и использовать объективные данные и конкретные показатели, что продемонстрировать, что влияет на оценку качества учебного процесса. Кроме того, данная информационная система может применяться другими образовательными учреждениями, оказывающими аналогичные услуги, и использоваться в качестве примера для разработки подобных проектов.

### **Предпроектный анализ**

Для управления учебным заведением требуется принимать определённые решения. Для этого необходимо владеть информацией. Работа посвящена тому, чтобы использовать информацию, собираемую в базах данных вуза для получения зависимостей, которые мы можем использовать при определении оценки качества учебного процесса.



Сначала определим факторы, влияющие на успеваемость студента. Приведем их в виде схемы.

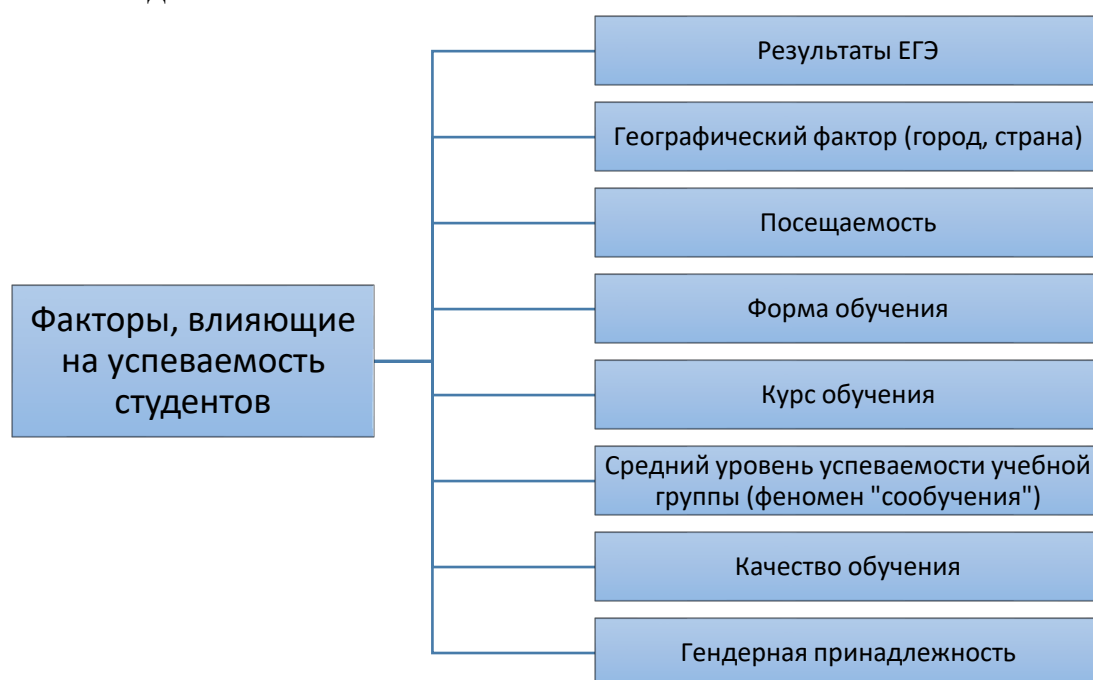


Рисунок 1. Факторы, влияющие на успеваемость студентов

Мы видим, что успеваемость студентов в университете зависит от многих факторов. И чтобы оценить насколько такой фактор, как качество обучения влияет на успеваемость студентов, нам нужно отсоединить влияние других факторов. Для этого нам нужно снять зависимости сторонних факторов.

Моя задача состоит в том, чтобы выявить факторы, которые можно исключить, для того, чтобы оценивать качество образовательного процесса. В настоящей работе мы проанализируем, как влияет такой фактор, как результаты ЕГЭ (школьное образование) и географический фактор.

Проектируемая информационно-аналитическая система оценки должна работать с базой данных университета. Выборка данных осуществляется по группам, при этом из общей базы данных используются: номер зачётной книжки, идентификатор группы, название группы, среднее значение суммы баллов по ЕГЭ, тип отчётности, дата сдачи, оценка, из какого города студент/абитуриент, из какой школы студент/абитуриент, название предмета, год поступления.

Должна выполняться фильтрация данных по типу отчётности, баллам и оценкам.

Также должен выполняться анализ данных: строиться линейная регрессия, находиться коэффициенты корреляции и детерминации, значение p-value (уровень достоверности).

Определение границ системы позволяет выяснить, что входит в систему, а что лежит за ее пределами.

В нашем случае это – формирование аналитической отчетности с целью оптимизации работы университета.

Основываясь на приведенных, в общем, и конкретном описаниях процесса и видении его проблем были определены границы системы.

Контекстная диаграмма потоков данных представлена на рисунке В.2.

Потенциальными сущностями системы являются:

- сотрудник УГТУ – любой человек, занимающий какую-либо должность в университете;
- ИС УГТУ – база данных УГТУ, в которой хранится вся деятельность университета.

Справочная информация должна быть представлена методиками оценки.

После изучения процесса составления аналитических отчетов было определено, что данный процесс не автоматизирован. Имеется общеуниверситетская база данных с необходимыми данными, однако выборка данных и составление отчетов не автоматизированы.

Таким образом, сотрудники университета столкнулись со следующими проблемами:

- формирование аналитических отчетов вручную увеличивает срок обработки, ухудшает рейтинг университета и увеличивает количество возможных ошибок;
- трудность эффективного оценивания учащихся;
- увеличение количества ошибок «человеческого фактора» при формировании аналитики на фоне повышения загруженности и увеличения объемов работ.

Все перечисленные трудности оказывают отрицательное влияние на общую работу УГТУ, выявляются во время проведения внутреннего контроля и анализа учебных процессов.

Для оптимизации работы деканатов УГТУ необходима разработка информационно-аналитической системы, которая будет включать все необходимые функции и учитывать все особенности работы сотрудников рассматриваемого учреждения, так как будет являться индивидуальным (уникальным) продуктом, что даст возможность быстро изменить функциональность при необходимости.

Основными задачами проектируемой ИАС будут: осуществление выборок данных из общей базы данных, их фильтрация и составление аналитических отчетов.

## **Обзор аналогов и литературы**

Для того, чтобы исследовать гипотезы нам требуется необходимый инструмент. Данные исследования можно провести в статистическом пакете Stata или SPSS. Рассмотрим эти аналоги подробнее.

Первым аналогом является статистический пакет Stata.

Stata представляет собой универсальный статистический пакет, разработанный компанией StataCorp.

Пакет Stata позиционируется как инструмент анализа, предназначенный для специалистов, которые занимаются научными исследованиями.

Пакет не ориентирован на конкретную предметную область, в силу чего может использоваться для анализа данных, относящихся к самым различным областям деятельности.

Вторым аналогом является статистический пакет SPSS.

Пакет SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) представляет собой универсальный статистический пакет, который был разработан компанией SPSS Inc.

По всем параметрам SPSS является сложным и мощным статистическим пакетом. С помощью пакета SPSS можно проводить практически любой анализ данных.

Данные аналоги имеют высокий порог вхождения от людей, которым может потребоваться оценка.

Основным преимуществом разрабатываемой ИАС в отличие от готовых разработок является предоставление клиенту возможности напрямую работать с базой данных университета. Представленные готовые программные комплексы такую возможность предоставить не могут.

Отметим, что работа в разрабатываемой ИАС не требует у пользователя наличия специальных знаний.

Поэтому было принято решение разработать собственную ИАС, которая позволит осуществить быструю выборку необходимых данных и выполнить оценку успеваемости.

Таблица 1. Обзор аналогов ИС «Журнал регистрации заявлений»

Наименование программного комплекса	Stata	SPSS	Разрабатываемая ИАС
Характеристика			
Загрузка данных из базы данных университета	–	–	+
Управление доступом	+	+	+
Получение отчетности	+	+	+
Наличие специальных знаний у пользователя	+	+	–
Возможность самостоятельной доработки	–	–	+

### Функции системы

Подсистема «Управление данными» должна выполнять следующие функции:

- сбор данных из ИС УГТУ;
- выборка данных.

Подсистема «Аналитика» должна выполнять следующие функции:

- построение графика линейной регрессии;
- нахождение коэффициента корреляции;
- нахождение коэффициента детерминации;
- нахождение p-value.

### Модель объекта автоматизации

База данных отражает информацию о конкретной предметной области – части реального мира, которая представляет интерес для данного конкретного исследования.

Организацию данных при проектировании БД рассматривают на следующих уровнях:

- логическом;
- физическом.

В проектируемой ИС из базы данных университета для каждой выбранной записи берутся следующие поля: номер зачётной книжки, идентификатор группы, название группы, среднее значение суммы баллов по ЕГЭ, тип отчётности, дата сдачи, оценка, из какого города студент/абитуриент, из какой школы студент/абитуриент, название предмета, год поступления.

В проектируемой ИС выделены следующие сущности: Группы, Студенты, Оценки и Отчётность.

Логическая модель представлена на Рисунке 2.

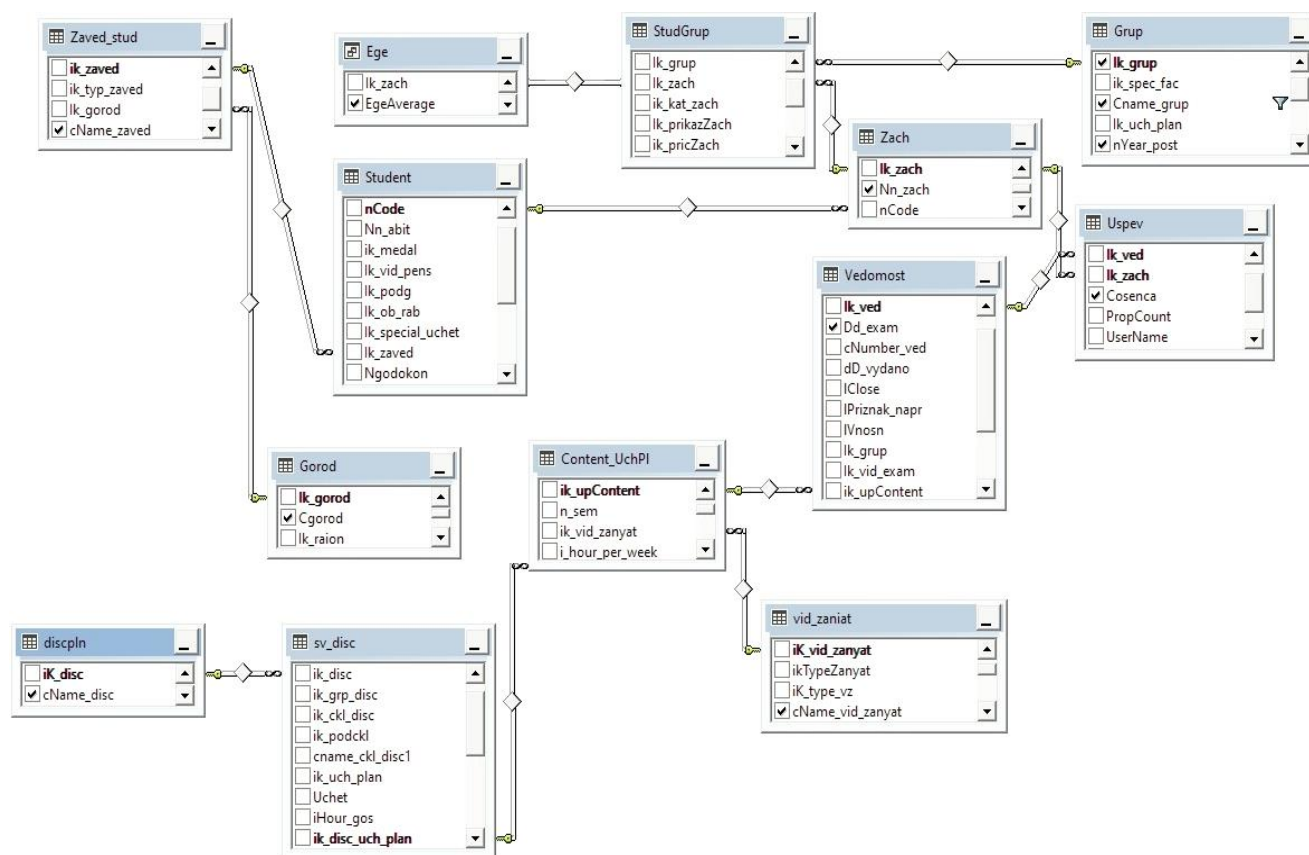


Рисунок 2. Концептуальная модель базы данных

Физическая модель представлена на Рисунке 3.



Система позволяет отфильтровать данные, которые необходимы для анализа.

Например, тип отчётности – экзамен, оценка – убираем все ненужные оценки, кроме 2, 3, 4, 5, среднее значение суммы баллов – убираем пустые строки (см. Рисунок 5).

Номер зачетной книжки	Идентификатор группы	Название группы	Среднее значение суммы баллов по ЕГЭ	Тип отчетности	Дата сдачи	Оценка	Из какого города студент/абитуриент	Из какой школы студент/абитуриент	Название предмета	Год поступления
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	09.01.2009	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	09.01.2009	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	25.06.2008	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Философия	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	25.06.2008	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Философия	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	11.06.2008	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	11.06.2008	3	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Физика	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	12.01.2011	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Политология	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	12.01.2011	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Политология	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Иностранный язык	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Иностранный язык	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	18.01.2011	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Внутрифирменно...	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	18.01.2011	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Внутрифирменно...	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	02.06.2010	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Численные методы	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	02.06.2010	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Численные методы	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Электротехника и...	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	11.06.2009	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Электротехника и...	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	17.06.2011	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Проектирование...	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	17.06.2011	5	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Проектирование...	2007
070741	1602	ИСТ-07	66	Экзамен	09.01.2009	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Моделирование э...	2007
070741	750	ИСТ-1-07	66	Экзамен	09.01.2009	4	Ухта	МОУ СОШ №3 г. У.	Моделирование э...	2007

Рисунок 5. Фильтрация данных

Система выполняет анализ данных: строит график линейной регрессии, вычисляет коэффициенты корреляции и детерминации, значение p-value.

На основе p-value уже можно сделать вывод о том, можем ли мы доверять найденной зависимости или нет.

На вкладке «Анализ данных по всем оценкам студентов» анализ проводится по всем оценка студентов соответственно (см. Рисунок 6).

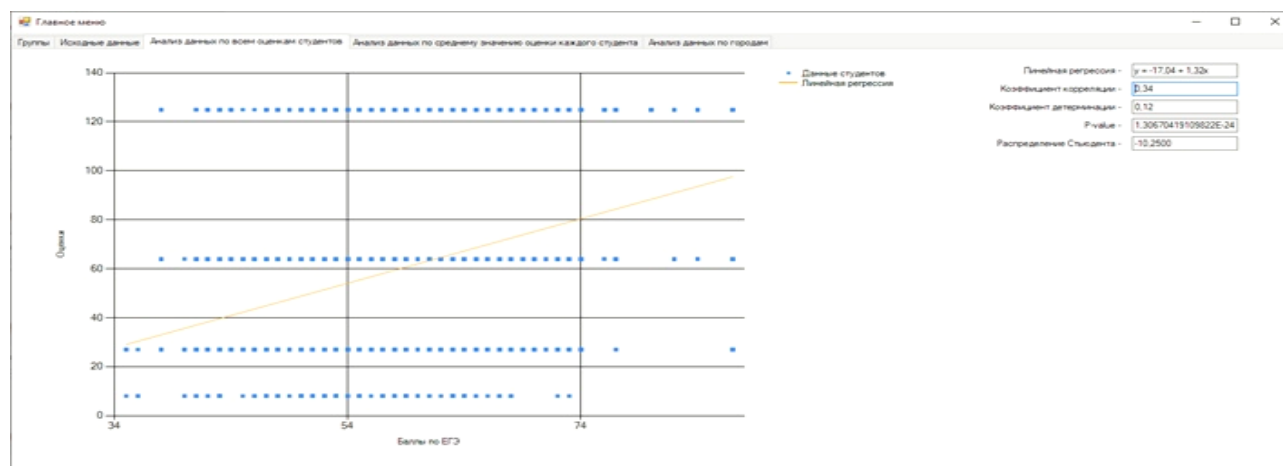


Рисунок 6. Анализ данных по всем оценкам студентов

На вкладке «Анализ данных по среднему значению оценки каждого студента» анализ проводится по среднему значению оценок студентов (см. Рисунок 7).

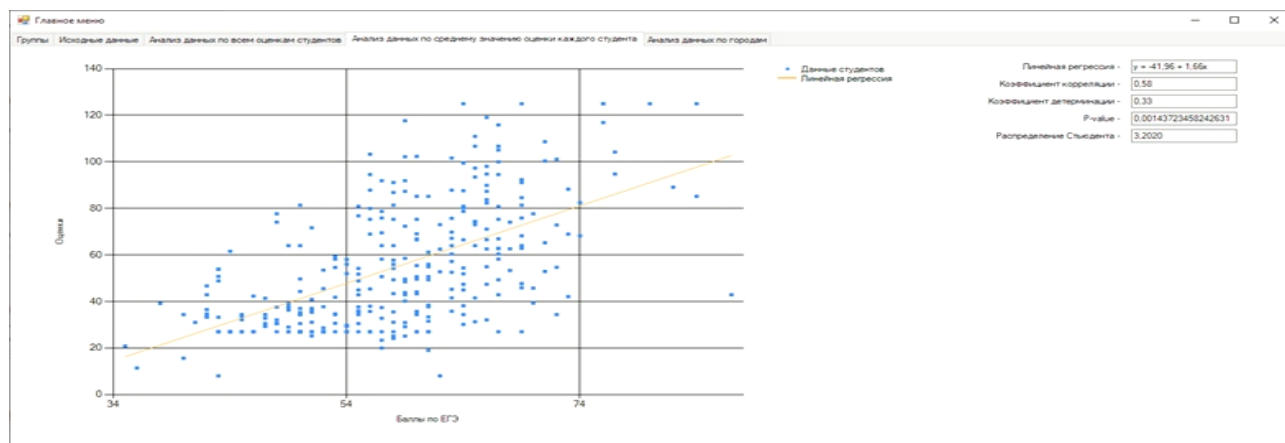


Рисунок 7. Анализ данных по среднему значению оценок студентов

На вкладке «Анализ данных по городам» анализ проводится среди местных и иногородних студентов (см. Рисунок 8).

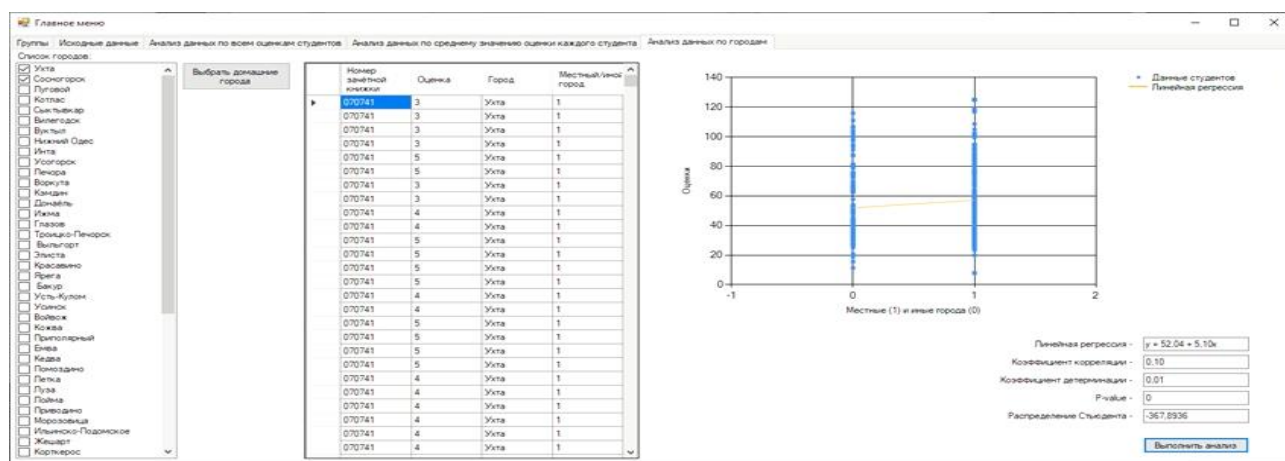


Рисунок 8. Анализ данных по городам

Для оценки учебного процесса нам необходимо сформулировать аксиомы и гипотезы. Но этого недостаточно, так как эти гипотезы нуждаются в проверке.

Сначала сформулируем аксиомы:

- 1) данные об успеваемости студентов (их оценки), хранящиеся в системе, объективно отражают их успеваемость в обучении;
- 2) данные о результатах ЕГЭ абитуриентов, хранящиеся в системе, объективно отражают личные способности к обучению студентов по завершению школы.

Затем сформулируем гипотезы:

- 1) результат успеваемости студентов зависит от их предыдущих результатов в школе (то есть от результатов ЕГЭ);
- 2) результат успеваемости студентов зависит от того, являются ли эти студенты местными или иногородними.

Выполним проверку гипотез для групп ИСТ 14, 15, 16, 17, 18 и ИВТ 14, 15, 16, 17, 18.

Результаты проверки гипотез отображены в графиках функции (см. рисунки 9, 10, 11), а значение p-value показывает уровень достоверности (от 0 до 1, где 0 – есть значимость, 1 – нет значимости).



Главное меню

Группы Исходные данные Анализ данных по всем оценкам студентов Анализ данных по среднему значению оценки каждого студента Анализ данных по городам

■ Данные студентов  
— Линейная регрессия

Линейная регрессия -  $y = -39.65 + 1.66x$   
Коэффициент корреляции - 0.55  
Коэффициент детерминации - 0.30  
P-value - 0.0994228821975188

Оценки

Баллы по ЕГЭ

[illegible]

32



Для первой гипотезы предыдущие результаты в школе (результаты ЕГЭ) влияют на результаты успеваемости студентов групп ИСТ и ИВТ.

Для второй гипотезы местный студент или иногородний влияет на результаты успеваемости студентов групп ИСТ и ИВТ.

Теперь выполним проверку гипотез для групп ПЭМГ 1-14, 1-15, 1-16, 1-17, 1-18, 2-14, 2-15, 2-16, 2-17, 2-18 и РЭНГМ 1-14, 1-15, 1-16, 1-17, 1-18, 2-14, 2-15, 2-16, 2-17, 2-18.

Результаты проверки гипотез отображены в графиках функции (см. рисунок 12, 13, 14), а значение p-value показывает уровень достоверности (от 0 до 1, где 0 – есть значимость, 1 – нет значимости).

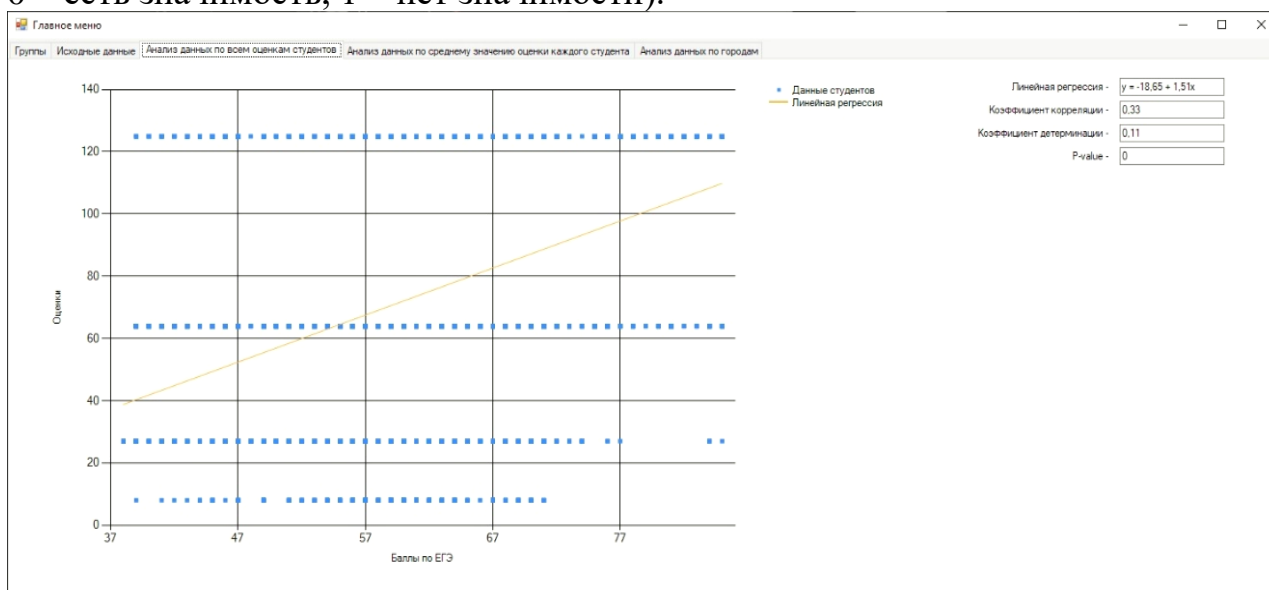


Рисунок 12. Анализ данных по всем оценкам студентов групп ПЭМГ и РЭНГМ

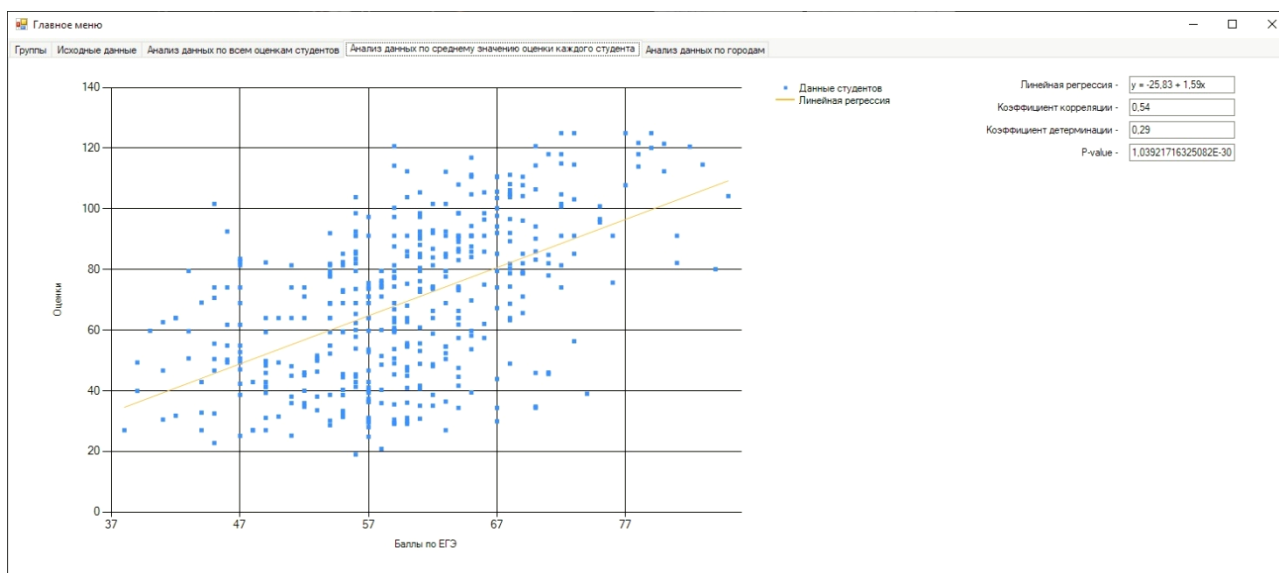
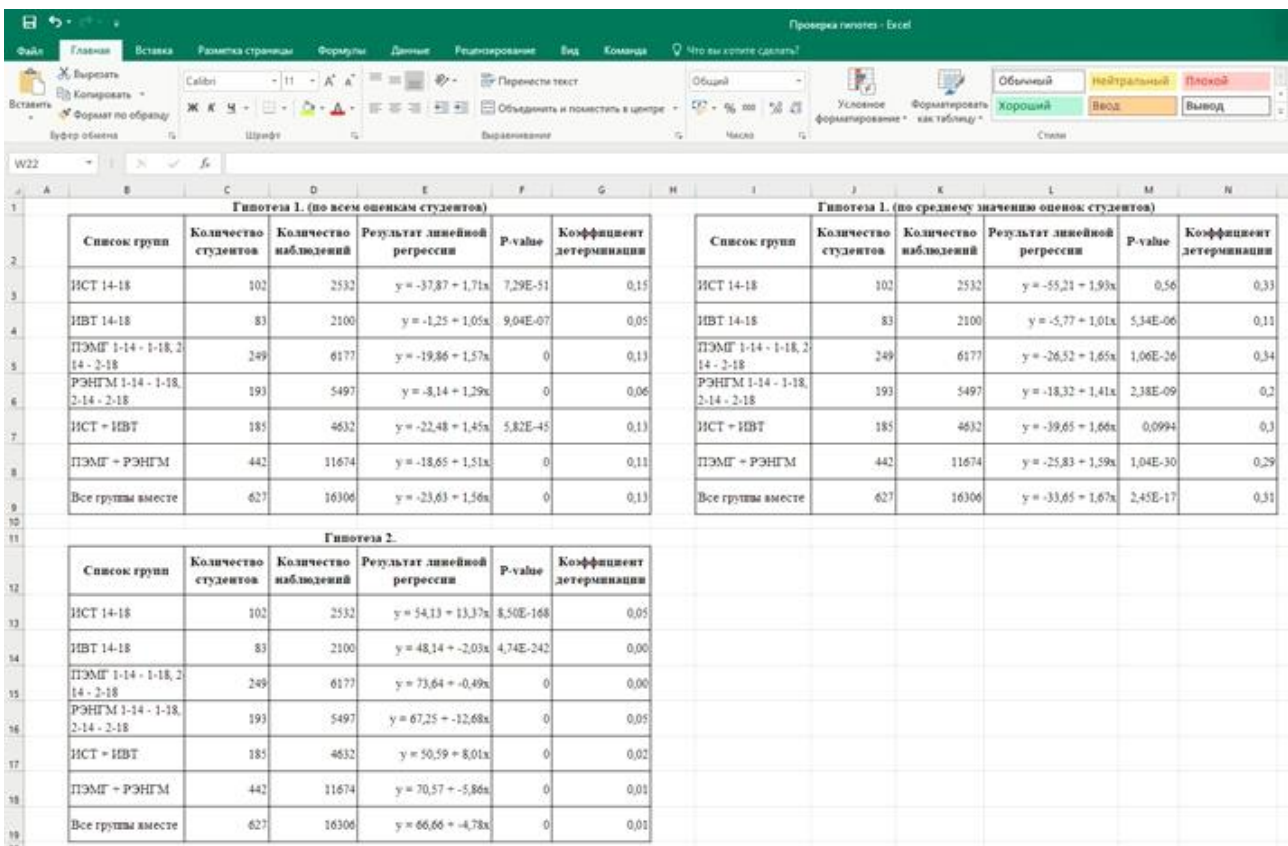


Рисунок 13. Анализ данных по среднему значению оценок студентов групп ПЭМГ и РЭНГМ

Для первой гипотезы предыдущие результаты в школе (результаты ЕГЭ) влияют на результаты успеваемости студентов групп ПЭМГ и РЭНГМ.

Результаты влияния факторов для различных гипотез приведены в следующей таблице (см. Рисунок 15).



34

В данной таблице видно, что для первой гипотезы по всем оценкам студентов  $p$ -value показывает хорошую достоверность для групп ИСТ и ИВТ, а также для групп ПЭМГ и РЭНГМ, а коэффициент детерминации показывает, что влияние присутствует, но оно слишком мало. А для первой гипотезы по среднему значению оценок студентов  $p$ -value показывает, что из-за малого количества студентов групп ИСТ и ИВТ, отсутствует достоверность гипотезы, но присутствует для групп ПЭМГ и РЭНГМ, а коэффициент детерминации говорит о более сильном влиянии данной гипотезы для групп ПЭМГ и РЭНГМ.

Для второй гипотезы по городам  $p$ -value также показывает хорошую достоверность для всех групп, а коэффициент детерминации иллюстрирует небольшое влияние данной гипотезы для всех групп.

### **Заключение**

В данной статье дано краткое описание работ по проектированию и разработке информационно-аналитической системы оценки учебного процесса ФГБОУ ВО «УГТУ».

С помощью разработанной системы изучены гипотезы:

- 1) результат успеваемости студентов зависит от их предыдущих результатов в школе (то есть от результатов ЕГЭ);
- 2) результат успеваемости студентов зависит от того, являются ли эти студенты местными или иногородними.

Для первой гипотезы есть значимое влияние, для второй влияние слабое.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Балдин К. В., Уткин В. Б. Информационные системы в экономике: учебник / К. В. Балдин, В. Б. Уткин. – М.: Дашков и К, 2015. – 395 с.
2. Вигерс, К., Битти, Дж. Разработка требований к программному обеспечению, пер. с англ. / К. Вигерс, Дж. Битти. – Москва : Русская Редакция, 2018. – 576 с.
3. Емельянова Н. З. Проектирование информационных систем / Н. З. Емельянова. – Москва : Форум, 2017. – 432 с.
4. Колеников С. О. Прикладной эконометрический анализ в статистическом пакете Stata. – М. : Российская экономическая школа. – 2001. – 112 с.
5. Романов А. Н., Одинцов Б. Е. Информационные ресурсы и технологии в экономике / А. Н. Романов, Б. Е. Одинцов : Вузовский учебник, 2015. – 300 с.
6. Шаханова М. Современные технологии информационной безопасности. Учебно-методический комплекс / М. Шаханова: Проспект, 2017. – 216 с.
7. Людоговский А. Моделирование бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.script-coding.com/bp.html> (дата обращения: 05.05.2020).
8. Парфенов А. А. Инженерно-техническое обеспечение комплексной безопасности образовательного учреждения. Аналитический обзор и рекомендации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uchebnik-online.com/129/173.html> (дата обращения: 11.05.2020).

9. Университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ugtu.net/university> (дата обращения: 11.05.2020).

10. Статистическая обработка данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14309?page=2> (дата обращения: 12.05.2020).

### List of references

1. Baldin K. V., Utkin V. B. Information systems in the economy: textbook / K. V. Baldin, V. B. Utkin. - M.: Dashkov and K., 2015. – 395 p.

2. Wigers, K., Beatty, J. Development of software requirements, transl., From English. / K. Wigers, J. Beatty. – Moscow.: Russian Edition, 2018. – 576 p.

3. Emelyanova N. Z. Design of information systems / N. Z. Emelyanova. – Moscow: Forum, 2017. – 432 p.

4. Kolenikov S. O. Applied econometric analysis in the statistical package Stata. - M.: Russian Economic School, 2001. – 112 p.

5. Romanov A. N., Odintsov B. E. Information resources and technologies in the economy / A. N. Romanov, B. E. Odintsov : High school textbook, 2015. – 300 p.

6. Shakhanova M. Modern information security technologies. Educational-methodical complex / M. Shakhanova: Prospect, 2017. – 216 p.

7. Lyudogovsky A. Modeling of business processes, <http://www.script-coding.com/bp.html>, accessed 05/05/2020.

8. Parfenov A. A. Engineering and technical support for the integrated security of an educational institution. Analytical review and recommendations. [Electronic resource] // Uchebnik-online: <http://uchebnik-online.com/129/173.html>, accessed 05/11/2020.

9. University // Ukhta State Technical University, <https://www.ugtu.net/university>, accessed 05/11/2020.

10. Statistical data processing. [Electronic resource] // National Open University INTUIT: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14309?page=2>, accessed 05/12/2020.

**КУДРЯШОВА О. М., ДВОРЕЦКАЯ П. С.  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО  
ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ РАСКРОЯ МАТЕРИАЛА**

*УДК 004.02, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.05.15*

Использование метода целочисленного программирования в задаче раскроя материала

Using the method of integer programming in the task of cutting material

**О. М. Кудряшова, П. С. Дворецкая**

**O. M. Kudryashova, P. S. Dvoretetskaya**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта,

Ukhta State Technical University,  
Ukhta

*В статье представлено решение задачи раскроя материала с помощью метода целочисленного программирования на примере получения заготовок деревообрабатывающего производства с целью минимизации отходов производства. Для решения задачи был использован двойственный симплекс-метод и метод ветвей и границ для получения целочисленного решения. Программная реализация была выполнена в программе Delphi.*

*The article presents a solution to the problem of cutting a material using the integer programming method using the example of obtaining blanks for woodworking production in order to minimize production waste. To solve the problem, the dual simplex method and the branch and bound method were used to obtain an integral solution. The software implementation was performed in the Delphi program.*

*Ключевые слова: целочисленное программирование, целевая функция, оптимальное решение, задача раскроя материала, симплекс-метод, метод ветвей и границ, линейное программирование.*

*Key words: integer programming, objective function, optimal solution, material cutting problem, simplex method, branch and bound method, linear programming.*

## **Введение**

Успех любого производства в большей мере зависит от грамотного и выгодного использования имеющихся ресурсов любого рода, к примеру, рабочей силы, денежных средств или же сырья. В связи с этим на производстве часто решаются различные оптимизационные задачи распределения и эксплуатации ресурсов для наиболее выгодной работы предприятия.

Одной из подобных задач является задача раскроя материала, широко применяемая в деревообрабатывающем производстве. Цель данной задачи – получить заготовки необходимых размеров при максимально выгодном использовании исходного материала.

В общем случае задачу о раскросе можно сформулировать следующим образом: на раскрой поступает исходный материал одинакового размера. Его требуется

На первом этапе необходимо найти рациональные способы распила единицы исходного материала на заготовки указанных размеров. На данном шаге решения задачи должно быть определено количество вариантов раскроя и количество деталей каждого вида, получаемых при различных вариантах раскроя. Сами варианты раскроя могут составляться как специалистом-раскройщиком, так и при помощи ЭВМ.

Как и для любой экономической задачи, для задачи раскрыя можно составить ее математическую модель, которая упрощенно и формализовано отображает зависимости и характеристики, присутствующие в ней.

$$Z(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \rightarrow \min \quad (1)$$

[illegible]

$c_j$  – остаток от раскрыя по  $j$ -ому варианту

Для другой постановки задачи ограничения останутся прежними, но целевая функция (3) для нахождения минимального расхода материала будет выглядеть следующим образом:

$$Z(x) = x_1 + x_2 + \dots + x_m \rightarrow \min \quad (3)$$

38

Для нахождения решения задачи с ослабленными ограничениями был выбран двойственный симплекс-метод. В ходе решения задачи двойственным симплекс-методом могут возникнуть дробные значения переменных, составляющих оптимальный план. Переменные данной задачи не могут принимать дробные значения, поскольку они обозначают количество единиц материала, раскраиваемых по определенному способу. Округление этих значений невозможно, поскольку данное действие может привести к сильному искажению исходного результата, причем полученный план может стать далек от оптимума.

Для получения целых значений был использован метод целочисленного линейного программирования, позволяющий на основе имеющегося нецелочисленного плана получить целочисленное решение, являющееся оптимальным.

Существует несколько методов решения задачи целочисленного линейного программирования. Наиболее распространенными из них являются метод отсекающих плоскостей Гомори и метод ветвей и границ.

Для программной реализации выбран метод ветвей и границ, разработанный А. Лэндом и Э. Дойгом в 1960 году.

Подробнее рассмотрим алгоритм метода ветвей и границ для задачи минимизации.

На начальном этапе решается исходная задача линейного программирования с ослабленными ограничениями, то есть не учитывается условие целочисленности для переменных. Если полученное решение уже является целочисленным, решение задачи на этом этапе заканчивается без использования рассматриваемого метода. В противном случае исходная задача разбивается на две подзадачи, путем добавления дополнительных ограничений к каждой из них.

Вводимые в задачу ограничения составляются по определенному принципу. Пусть  $x_i$  – целочисленная переменная, значение которой в оптимальном решении получилось дробным. Тогда пусть  $a_i$  – целая часть значения  $x_i$ . Интервал  $(a_i, a_i + 1)$ , в котором содержится  $x_i$ , состоит из бесконечного множества дробных чисел и не содержит целых значений (Рисунок 1).



Рисунок 1. Интервалы, содержащие целочисленные и не целочисленные решения

Поэтому допустимое целое оптимальное значение  $x_i$  должно принадлежать одному из интервалов, определяемых неравенствами (4) и (5):

$$x_i \leq a_i \quad (4)$$

$$x_i \geq a_i + 1 \quad (5)$$



Именно неравенства (4) и (5) будут являться дополнительными ограничениями подзадач.

Введение ограничений порождает две несвязанные между собой задачи, так как множества, в которых ищутся решения, не пересекаются. Каждая из них решается как задача линейного программирования с исходной целевой функцией двойственным симплекс-методом.

На данном этапе необходимо оценить полученные подмножества решений подзадач, чтобы определить так называемое «перспективное подмножество», то есть подмножество, где более вероятно получение наилучшего оптимального целочисленного решения. Оценка осуществляется путем сравнения значений целевых функций решенных подзадач. Для задачи минимизации перспективным считается то множество, где целевая функция принимает наименьшее значение.

Если на данном этапе перспективное подмножество содержит нецелочисленные значения, то описанный выше процесс ветвления повторяется для подзадачи, в которой получено наилучшее решение.

По ходу решения задачи необходимо фиксировать наиболее оптимальные целочисленные планы, называемые верхней границей или рекордом. На начальном этапе задается граница значения целевой функции задачи принимается равной  $+\infty$ . Подзадача с наилучшим решением определяет новую границу для значения целевой функции, если значения переменных являются целочисленными и значение целевой функции улучшено по сравнению с текущим рекордом.

Если ветвление подзадачи невозможно, то есть в ней получено целочисленное решение, рассматриваемый процесс завершается. Оптимальным целочисленным планом задачи будет зафиксированный в ходе решения рекорд.

Рассмотрим процесс решения задачи на конкретном примере.

Листы материала размером длиной 1,5 м и шириной 2 м необходимо раскроить так, чтобы получились заготовки трех типов:

- 5 заготовок размерами 1,4 м  $\times$  0,7 м,
- 4 заготовки 1,6 м  $\times$  1 м
- 2 заготовки 0,5 м  $\times$  0,5 м

При этом расход материала должен быть минимальным.

Введем данные в программу (Рисунок 2):

Заготовка	Длина	Ширина
Заготовка 1	1400	700
Заготовка 2	1600	1000
Заготовка 3	500	500

Рисунок 2. Исходные данные задачи



По исходным данным программа автоматически просчитает варианты раскроя.

По полученным вариантам (Рисунок 3) составим ограничения и целевую функцию представленной задачи:

$$Z(x) = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 \geq 5 \\ x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 12x_6 \geq 2 \end{cases}$$

Для дальнейшего решения задачи вводим количество необходимых заготовок и выбираем тип решаемой задачи (Рисунок 3):

Задача о раскрое

Количество полученных вариантов раскроя материала: 6

Заготовка	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Заготовка 2	1	1	0	0	0	0
Заготовка 1	1	0	3	2	1	0
Заготовка 3	1	5	0	4	8	12

Размер исходной единицы материала: 3000000 мм²

Укажите количество заготовок каждого вида

Заготовка	Количество
Заготовка 2	4
Заготовка 1	5
Заготовка 3	2

Задача раскроя

- ☒ по минимизации расхода материала
- ☐ по минимизации отходов

Рассчитать

Рисунок 3. Дальнейший ввод исходных данных и выбор типа задачи

Получаем следующее решение (Рисунок 4):

Задача о раскрое

Количество полученных вариантов раскроя материала: 6

Заготовка	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Заготовка 2	1	1	0	0	0	0
Заготовка 1	1	0	3	2	1	0
Заготовка 3	1	5	0	4	8	12

Количество листов, распиленных по каждому плану: 5

Использовано материала: 5 ед

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	
Количество	4	0	0	1	0	0

Размер исходной единицы материала: 3000000 мм²

Укажите количество заготовок каждого вида

Заготовка	Количество
Заготовка 2	4
Заготовка 1	5
Заготовка 3	2

Задача раскроя

- ☒ по минимизации расхода материала
- ☐ по минимизации отходов

Рассчитать

Рисунок 4. Решение задачи по минимизации расходного материала

Решим эту же задачу для минимизации остатков. Вместе с составленными вариантами раскроя находятся и остатки от распила (Рисунок 5).

Целевая функция примет вид:

$$Z(x) = 170000x_1 + 150000x_2 + 60000x_3 + 40000x_4 + 20000x_5$$

Задача о раскрое

Количество полученных вариантов раскроя материала: 6

Заготовка	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Заготовка 2	1	1	0	0	0	0
Заготовка 1	1	0	3	2	1	0
Заготовка 3	1	5	0	4	8	12

Количество отходов, получаемых по каждому плану раскроя, мм²

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Отходы	170000	150000	60000	40000	20000	0

Количество листов, распиленных по каждому плану: min количество отходов: 700000 мм²

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Количество	0	4	0	0	5	0

Задача раскроя

☐ по минимизации расхода материала

☒ по минимизации отходов

Рассчитать

Рисунок 5. Решение задачи по минимизации отходов

Разработанная программа сможет облегчить работу специалиста по составлению карт раскроя на предприятиях, занимающихся производством мебели на заказ или распилом материала на заготовки. Но это не означает ограниченность области применения данного программного обеспечения, поскольку алгоритм раскроя универсален для всех видов листового материала, например, гипсокартона, металла или бумаги. Также программа позволяет отыскать наиболее выгодные способы использования ресурсов, позволяющие экономить закупаемое сырье.

В дальнейшем возможно добавление новых функций в программу, например, возможность распила нескольких видов исходного материала или составление вариантов раскроя для изделий фигурной формы, а также визуализация полученных способов раскроя для более наглядного их представления.

### Список использованных источников и литературы

1. Кудряшова, О. М. Математические модели информационных процессов управления : методические указания к выполнению курсовой работы / О. М. Кудряшова. – Ухта: УГТУ, 2014. – 68 с.
2. Фомин, Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник / Г. П. Фомин – М.: Финансы и статистика, 2009. – 640 с.
3. Таха, Х. «Введение в исследование операций». – М.: Мир, 1985. Т.1,2.

4. Фурина К. О. «Методы целочисленного программирования на примере задачи об оптимальном раскрое материала», журнал «Научных и прикладных исследований», №8. – 2015. – С. 97-101. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34106170>.

5. Шиндина Е. А., Уразаева Т. А. «Применение метода ветвей и границ для решения задачи целочисленного программирования», журнал «Научному прогрессу – творчество молодых», №3. – 2016. – С. 319-321. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34464980>

### List of references

1. Kudryashova, O.M. Mathematical models of information management processes: guidelines for the implementation of term paper / O.M. Kudryashova. – Ukhta: USTU, 2014 . – 68 p.

2. Fomin, G.P. Mathematical methods and models in commercial activity: textbook / G.P. Fomin – М .: Finance and statistics, 2009. – 640 p.

3. Taha, X. Introduction to Operations Research. – М .: Mir, 1985. Vol. 1.2.

4. Integer programming methods on the example of the problem of optimal material cutting, <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34106170>, accessed May 12, 2021.

5. Application of the branch and bound method for solving an integer programming problem, <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34464980> accessed May 13, 2021.

**ЛОГИНОВ А. Е., БАЗАРОВА И. А.  
ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТНЫМИ ЗАПИСЯМИ  
ANKEY С СУБД ORACLE**

*УДК 004.65, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 50.41.21*

Интеграция системы управления  
учетными записями Ankey с СУБД  
Oracle

Integration of the Ankey account man-  
agement system with Oracle DBMS

**А. Е. Логинов, И. А. Базарова**

**A. E. Loginov, I. A. Bazarova**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University, Ukhta

*В статье рассматривается интеграция автоматизированной системы обработки информации и управления Ankey IDM с Oracle DBMS и AD DS. В ходе интеграции был разработан макет, выполняющий управление жизненным циклом учётных записей, реконсильацию и синхронизацию данных сотрудников.*

*This article discusses the integration of Ankey IDM automated information processing and management system with Oracle DBMS and AD DS. During the integration, a layout was developed that performs the management of the life cycle of accounts, reconciliation and synchronization of employee data.*

**Ключевые слова:** IDM, интеграция, макетирование.

**Keywords:** IDM, integration, prototyping.

## **Введение**

Данная статья посвящена краткому обзору макетирования интеграции АСОИУ Ankey IDM с DBMS Oracle Database (ODB) и службой каталогов Active Directory (AD DS) для регионального подразделения ООО «Газинформсервис» филиала города Ухта. «Газинформсервис» является компанией-подрядчиком, занимающейся системным интегрированием в сфере корпоративной информационной безопасности, а также разработкой инженерно-технических средств для решения задач по защите информации.

Одним из этапов, выполняемых в процессе работ по внедрению, является макетирование. Макетирование позволяет разработать технические решения для реализации ожидаемого Организацией-заказчиком функционала, в безопасной форме отработать технологию внедрения, а также проверить корректность работы технических решений.

Работы по макетированию производятся в рамках подсистемы управления учётными записями и подсистемы управления ролями (ПУУЗ/ПУР), которая является частью комплексной системы защиты информации (КСЗИ) Организации-заказчика. Основной задачей работы является воспроизведение функционала ПУУЗ/ПУР, урезанного в соответствии с границами макетирования.

## Предпроектное обследование

В рамках проекта КСЗИ, в пределах ПУУЗ/ПУР, ограничиваясь перечнем используемого ПО, а именно целевой системой (ЦС) AD, доверенной системой (ДС) ODB и программным комплексом Ankey IDM, необходимо произвести макетирование в виртуальной среде стендовой базы, то есть в безопасной для Организации-заказчика форме.

Решение о макетировании обусловлено сложностью текущей работающей подсистемы и непредсказуемостью результатов для Организации-заказчика при выполнении работ по миграции с существующего решения IDM на базе продуктов Oracle непосредственно на площадке внедрения.

В качестве объекта автоматизации в границах макетирования выступает деятельность Организации-заказчика по управлению УЗ, а именно управлению их жизненным циклом, распространению в ЦС AD и последующую синхронизацию атрибутов УЗ с ДС ODB.

В границах макетирования требуется обеспечить следующий функционал:

- Формирование центрального хранилища существующих идентификационных данных пользователей для последующей аналитической обработки: управление жизненным циклом УЗ, включая выполнение над ними операций CRUD; пакетная загрузка пользовательских данных из таблиц DB.

- Централизованное управление УЗ пользователей с выполнением следующих функций: распространение аккаунтов пользователей в ЦС AD; синхронизация параметров УЗ с ЦС AD;

Целью макетирования является создание технических решений для обеспечения требуемого функционала, отработка технологии внедрения (последовательность действий по настройке программного комплекса Ankey IDM в соответствии с техническими решениями) и базовой настройки безопасности, установка и настройка ОС и ПО, не включаемого в программный комплекс Ankey IDM, но используемого для обеспечения его работы.

Для выполнения работ по макетированию была получена рекомендация придерживаться следующего плана действий:

- получение доступа к документации по проекту КСЗИ и документации по Ankey IDM, их изучение в рамках предпроектного анализа;
- подготовка данных для макетирования, формирования раздела документации «Предпроектный анализ»;
- формулировка и фиксирование требований к макету, формирование раздела документации «Техническое задание»;
- разработка технических решений, формирование раздела документации «Технический проект»;
- получение доступа к стендовой базе и локальной вычислительной сети Заказчика, загрузка ПО, разворачивание и настройка окружения на стендовой базе;
- конфигурация Ankey IDM, передача рабочего макета и комплекта документации Заказчику.

## Проектирование информационной системы

На основе предпроектного обследования был составлен план макетирования, в котором были описаны основные технические решения, а именно:

- Настройка Fedora Server: конфигурация сетевых параметров (редактирование hosts и hostname, установка статических IP-адресов); настройка параметров ядра; инсталляция дополнительных пакетов; добавление групп и пользователей (формирование УЗ Исполнителя, формирование технической УЗ для ODB); настройка параметров безопасности (настройка SSH-сессии по паре ключей, конфигурация службы SSH, конфигурация Fail2ban).

- Работа с ODB: установка DBMS и создание DB (обеспечение корректной работы OUI, распаковка установочных пакетов, конфигурация «db\_install.rsp», выполнение установки DBMS, конфигурация «dbca.rsp», создание DB, действия после установки, конфигурация процесса Listener); запуск ODB; загрузка данных из XLS-файлов в DB; настройка доступа к таблицам для Ankey IDM.

- Настройка Windows Server: конфигурация сетевых параметров; добавление ролей и компонентов; настройка доступа к AD для Ankey IDM.

- Установка и настройка Alt Linux: конфигурация сетевых параметров; добавление групп и пользователей; настройка параметров ядра.

- Работа с программным комплексом Ankey IDM: установка JRE; установка Elasticsearch; установка и налаживание работы PostgreSQL; установка Ankey IDM; импорт сертификата из CA в Ankey IDM.

- Конфигурация функционирования Ankey IDM: конфигурация объектов для обеспечения взаимодействия с ODB (коннектор «OracleDBConn», кастомизация «com.gis.openicf.database.DatabaseConnector», тип ресурса «OracleDBRestype», расширение объектов «managed/user» и «managed/organization», расширение «custom\_organization.xml» и «custom\_usr.xml»); конфигурация объектов для обеспечения выполнения операции «Trusted Source Reconciliation» (ресурсы: «OracleDBResourceNach», «OracleDBResourceOrg», «OracleDBResourceRuc»; - аккаунты ресурсов: «OracleDBTrustNach», «OracleDBTrustOrg», «OracleDBTrustRuc» - маппинги: «ReconOrg», «ReconRuc», «ReconNach» - периодические задания: «TrustedReconNach», «TrustedReconRuc», «TrustedReconOrg»); конфигурирование объектов для обеспечения взаимодействия с AD (коннектор «ADConn», тип ресурса «ADResType»); конфигурация объектов для обеспечения выполнения операций «Provisioning» и «Target Resource Reconciliation» (ресурс «ADRes», аккаунт ресурса «ADResAccount», форма ресурса «ADResForm»); создание конфигураций «TargetReconGroupTask», «TargetReconOrgUnitTask» для обеспечения выполнения операции «Target Resource Reconciliation»; конфигурирование объектов для выполнения операции «Provisioning» (маппинг «ADPrepopulate»; маппинг «ADProvisionToResForm»; маппинг «ADProvisionUser»; создание роли «Active Directory Domain User» и информационной системы «Active Directory»).

## Результаты разработки системы

В рамках работы было произведено макетирование интеграции АСОИУ Ankey IDM с DBMS ODB и AD DS для регионального подразделения ООО

«Газинформсервис» филиала города Ухта. В процессе макетирования были выполнены следующие работы:

- Создание VM на базе Fedora Server 30-1.2, её конфигурация в соответствии с требованиями к ИБ и подготовка для разворачивания DBMS ODB.
- Разворачивание DBMS ODB 12.1.0.2.0 EE и создание DB на VM Fedora Server 30-1.2.
- Импортирование таблиц «RUC», «ORG» и «NACH» в ODB.
- Обеспечение доступа Ankey IDM к таблицам «RUC», «NACH» и «ORG» в ODB.
- Создание и настройка VM на базе Windows Server 2012R2.
- Установка AD DS 69 на Windows Server 2012R2 и компонента сервера CA.
- Создание необходимых ролей, прав и аккаунтов для обеспечения возможности целевой синхронизации УЗ из Ankey IDM в AD DS.
- Создание VM на базе Alt Linux 9.0.
- Разворачивание службы поиска Elasticsearch 7.6.2, DBMS PostgreSQL 12.2 и Ankey IDM SNAPSHOT-uhta на Alt Linux 9.0.
- Конфигурация необходимых объектов Ankey IDM для выполнения операции «Trusted Source Reconciliation» с ODB и для выполнения операций «Target Resource Reconciliation» и «Provisioning» с AD.
- Написание разделов документации ТП, ТЗ, ПА.
- Тестирование макета в соответствии с программой и методикой испытаний.

## Заключение

На основе анализа предметной области были сформированы основные цели и требования к макетированию. Макетирование части ПУУЗ/ПУР КСЗИ (а именно интеграции AD DS, ODB с Ankey IDM) выполнено в полном объёме в соответствии с поставленными задачами. Макет автоматизирует следующую активность ответственного персонала Организации-Заказчика:

- При найме сотрудника, ответственный персонал получает приказ о зачислении сотрудника в штат и его персональные данные. Ответственный персонал вручную создаёт под сотрудника УЗ в AD с правами, необходимыми для выполнения сотрудником должностных обязанностей.
- При увольнении сотрудника, ответственный персонал получает приказ об увольнении сотрудника и информацию для его идентификации. Ответственный персонал вручную удаляет УЗ из AD.
- При изменении данных о сотруднике, ответственный персонал получает приказ, в рамках которого производится обновление информации в существующих УЗ (например, приказ о повышении сотрудника в должности), информацию для идентификации сотрудника и атрибуты, которые требуется обновить. Ответственный персонал вручную выполняет обновление данных УЗ.

## Список использованных источников и литературы

1. Документация по Oracle Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.oracle.com/en/database/> (дата обращения: 18.03.2020).
2. Документация по Windows Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/> (дата обращения: 19.05.2020).
3. Информационная безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1cloud.ru/help> (дата обращения: 13.01.2020).
4. Настройка и администрирование Active Directory Domain Services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/identity/ad-ds/active-directory-domain-services> (дата обращения: 17.03.2020).
5. Официальный Web-сайт компании ООО «Газинформсервис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gaz-is.ru/> (дата обращения: 05.01.2020).
6. Русскоязычный Web-сайт в формате системы тематических коллективных блогов; Внедрение IDM, общие положения. Identity Management — основы управления учётными записями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/solarsecurity> (дата обращения: 16.01.2020).
7. Руководство пользователя. Использование Fedora 13 для типичных задач настольного компьютера (Редакция 1.0) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.fedoraproject.org/> (дата обращения: 29.02.2020).
8. Русскоязычная документация по Alt Linux [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.altlinux.org/> (дата обращения: 15.04.2020).

## List of references

1. Oracle Database Documentation, <https://docs.oracle.com/en/database/>, accessed 03/18/2020.
2. Windows Server Documentation, <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/>, accessed 05/19/2020.
3. Information Security, <https://1cloud.ru/help>, accessed 01/13/2020.
4. Configure and administer Active Directory Domain Services, <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/identity/ad-ds/active-directory-domain-services>, accessed 03/17/2020.
5. Official website of the company Gazinformservice, <https://www.gaz-is.ru/>, accessed 01/05/2020.
6. Russian-language Web site in the format of a system of thematic collective blogs; Implementation of IDM, general provisions. Identity Management – The Basics of Account Management, <https://habr.com/ru/company/solarsecurity>, accessed 01/16/2020.
7. User manual. Using Fedora 13 for typical desktop tasks (Revision 1.0), <https://docs.fedoraproject.org/>, accessed 02/29/2020.
8. Russian-language documentation on Alt Linux, <https://www.altlinux.org>, accessed 04/15/2020.



**ВАРЛАМОВА С. А., МЯЛИК П. Н.**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ API ПРИ СОЗДАНИИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО**  
**ОЦЕНКЕ РЕКЛАМНЫХ ВЛОЖЕНИЙ**

*УДК 338.24+004.9, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.01.14*

Использование API при создании веб-приложений по оценке рекламных вложений

Using the API when creating a web-applications for advertising investments evaluating

**С. А. Варламова, П. Н. Мялик**

**S. A. Varlamova, P. N. Myalik**

Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет, Березниковский филиал;  
г. Березники

Perm National Research Polytechnic  
University, Berezniki branch,  
Berezniki

*Цель исследования - разработать веб-приложение, консолидирующее в себе данные о расходах на рекламные источники (такие как, Яндекс Директ и GoogleAds) и данные о их финансовой целесообразности. Это решение позволит владельцам коммерческих организаций, или специалистам, находящимся на должности «маркетолог», наиболее оперативно оценивать целесообразность денежных вложений в рекламные источники трафика, которые приводят пользователей на «продающую» страницу на сайте. Новизна работы заключается в обобщении и упорядочивании всех необходимых материалов для разработки подобного приложения в одной работе.*

*The purpose of the study is to develop a web application that consolidates data on the costs of advertising sources (such as Yandex Direct and GoogleAds) and data on their financial viability. This solution will allow owners of commercial organizations, or specialists in the position of "marketer", to most quickly assess the feasibility of money investments in advertising sources of traffic that lead users to the "selling" page on the site. The novelty of the work lies in the generalization and ordering of all the necessary materials for the development of such an application in one work.*

*Ключевые слова:* API, Яндекс.Метрика, Яндекс.Директ, GoogleAds, JSON.

*Keywords:* API, Yandex.Metrica, Yandex.Direct, GoogleAds, JSON

## **Введение**

На сегодняшний день большинство коммерческих организаций, имеют свой сайт в интернет, который чаще всего необходим для привлечения клиентов. Но само по себе наличие «продающей страницы» в интернет не гарантирует сколько-то стабильный поток клиентов, и большинство организаций применяют

один или несколько рекламных инструментов для продвижения сайта в интернет. Наиболее распространенными являются инструменты по настройке контекстной рекламы: Яндекс.Директ и GoogleAds [1, 2].

При этом специалисту организации (в данном случае маркетологу) крайне необходимо оценивать, насколько привлеченная аудитория была «целевой». Для проведения аналитической работы используют такие инструменты, как, например, Яндекс.Метрика.

Яндекс.Метрика – это инструмент веб-аналитики, который помогает получать наглядные отчеты, видеозаписи действий посетителей, отслеживать источники трафика и оценивать эффективность онлайн- и офлайн-рекламы. Позволяет получить и проанализировать данные о пользователях, посетивших сайт в разрезе типа устройства, пола, возраста, географического местоположения, и многих других срезах, но для нас необходимы данные об источнике трафика (из какой рекламной системы был переход, и по какому запросу на поиске), и о совершении им на сайте целевого действия (отправки заявки на товар, заказ обратного звонка и пр. далее «обращение»). В этом сервисе видны все источники трафика на сайт, объем этого трафика, и его качество (в том числе количество обращений, подробная информация о подключении к Яндекс.Метрика в официальной документации [3]).

Аналитика, наиболее эффективного рекламного источника, проводится регулярно большинством специалистов, но основная техническая проблема состоит в том, что Яндекс Метрика не позволит получить данные о прямых денежных затратах на эти источники трафика, и соответственно, сопоставить их с количеством обращений, полученных по источникам трафика, и вывести расчетное значение «стоимости обращения». Которое, в конечном счете, и является основным показателем финансовой целесообразности того или иного источника рекламного трафика. В связи с этим, скорость принятия решения о необходимости перераспределения бюджетов крайне низкая, и в таких случаях финансовые потери могут составлять до 100% всего месячного рекламного бюджета компании.

Для получения стоимости обращения необходимо вывести ее вручную (с помощью excel таблиц, на что будет уходить до нескольких часов ежедневно), либо воспользоваться существующими решениями сквозной аналитики, например, Roistat, Alytics, CoMagic. Эти системы также используют API для получения данных, консолидируют их и представляют в окне браузера.

Достоинства этих систем широко представлены на официальных сайтах, однако есть и некоторые минусы. Во-первых, они все являются платными (от 4500 руб./месяц, до тарифов, где только подключение будет обходиться 60000 руб. – по состоянию на май 2021 года). А также важной особенностью, например, Alytics, является то, что система не хранит никаких данных в собственной БД. Соответственно, в ситуации, когда подключенные системы станут недоступны (отключены), невозможно будет получить данные даже за прошлые периоды.

В данной статье рассмотрена разработка собственного веб-приложения, использующего API различных систем размещения рекламы и аналитических систем, консолидирующего в себе данные о расходах и данные о их финансовой

целесообразности. Это решение позволит владельцам коммерческих организаций, или специалистам, находящимся на должности «маркетолог», наиболее оперативно оценивать целесообразность денежных вложений в рекламные источники трафика.

Алгоритм работы приложения представлен на Рисунке 1.

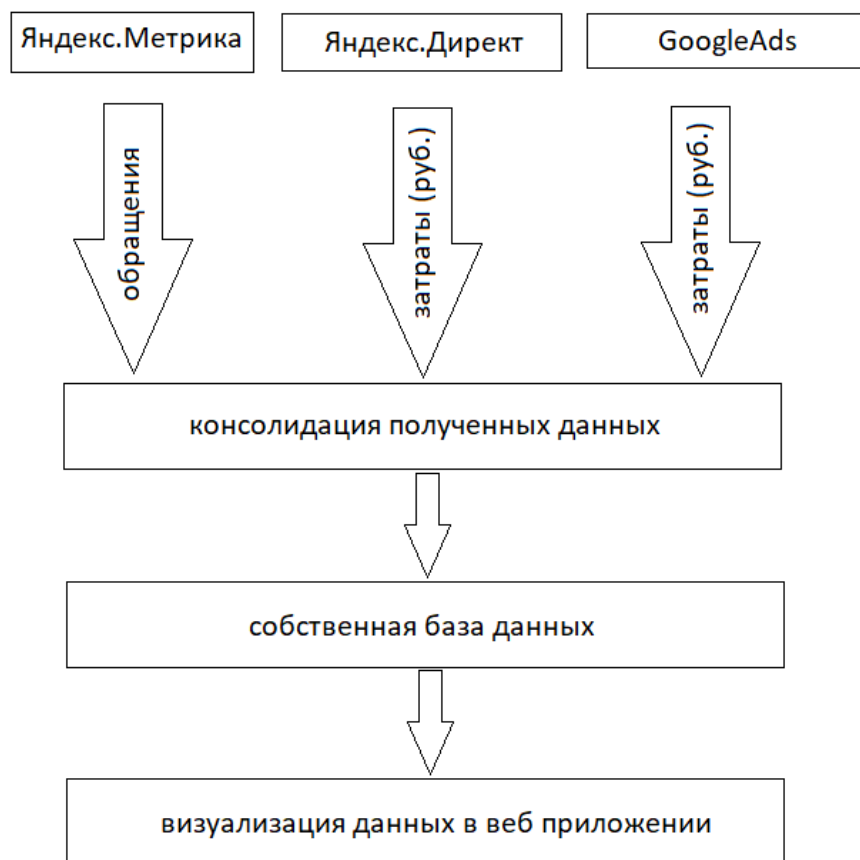


Рисунок 1. Схема получения, обработки и хранения данных

Приложение должно выполнять получение и обработку данных, кроме того необходимо организовать хранение и возможность представлять эти данные в визуально-понятном виде. Для этих целей приложение будет использовать СУБД MySQL, языки программирования SQL (для обращения к собственной базе данных), PHP (для написания основного алгоритма работы приложения), а также HTML, CSS и JavaScript для визуализации данных в браузере.

### Что такое API?

Аббревиатура API расшифровывается как «Application Programming Interface» (интерфейс программирования приложений, программный интерфейс приложения). Большинство крупных компаний разрабатывают API для клиентов или для внутреннего использования.

Для реализации нашей цели необходимы API систем: Яндекс Метрика, Яндекс Директ, GoogleAds.

## Регистрация приложения

Чтобы приложение могло взаимодействовать с API Яндекс.Метрика, ему необходимо пройти процедуры OAuth авторизации [4] и получить авторизационный токен. (ключ доступа). Предварительно необходимо зарегистрировать свое приложение [5] на OAuth-сервере Яндекса и получить для него персональный идентификатор. После этого можно отправлять запрос для получения токена:

*[https://oauth.yandex.ru/authorize?response\\_type=token&client\\_id=<id приложения>](https://oauth.yandex.ru/authorize?response_type=token&client_id=<id приложения>)*

Сервер возвращает ответ на этот запрос в виде ссылки с параметрами:

*[https://oauth.yandex.ru/verification\\_code?dev=True#access\\_token=<авторизационныйтокен>&token\\_type=bearer&state=&expires\\_in=31536000](https://oauth.yandex.ru/verification_code?dev=True#access_token=<авторизационныйтокен>&token_type=bearer&state=&expires_in=31536000)*

Этот токен (набор символов) необходимо сохранить и использовать далее при создании запросов к API Яндекс.Метрика.

Похожим образом необходимо получить токены для авторизации в Яндекс.Директ и GoogleAds [6].

## Получение данных

Получение данных из Яндекс Метрики с помощью API состоит, условно, из двух частей: конструирование ссылки со множеством параметров, и обработка возвращенного JSON массива в обычный массив PHP [7].

Перед созданием кода запроса, необходимо в коде PHP подготовить переменную для номера счетчика Яндекс.Метрики, (8 цифр, выдается при регистрации счетчика); один или несколько идентификаторов «целей метрики», таким образом, в Яндекс.Метрике называются совершение действий на сайте, в том числе обращения.

Листинг кода PHP для создания ссылки-запроса:

```
$sURL = 'https://api-metrika.yandex.net/stat/v1/data?ids='.$auth_counter.'
&metrics=ym:s:visits'.goals_metrics($auth_goal).'
&date1='.$last_date1.'
&date2=yesterday&dimensions=ym:s:date,ym:s:from&attribution=last_yandex_direct_click&limit=100000';
$aHTTP = array('http' => array('method' => 'GET', 'header' => 'Authorization: OAuth <токен авторизации>'));
```

После этого необходимо сделать непосредственно сам запрос и преобразовать данные в пригодные для использования. А также сразу «очистить» массив от «нулевых» строк. Т.е. тех строк, где количество обращений будет 0.

Листинг кода для осуществления запроса и обработки данных:

```
$context = stream_context_create($aHTTP); // авторизация
$data = json_decode(file_get_contents($sURL, false, $context)); //сам запрос
$old_data = $data -> data;
$metrika = json_decode(json_encode($old_data), true); //декодирование полученных данных
$new_goals = goals_clear($metrika); //собственная функция «очистки» массива
```

Таким образом мы получили данные от Яндекс.Метрики в виде массива, который состоит из строк, каждая из которых содержит:

- дату
- «идентификатор группы\_поисковую фразу» (уникальный идентификатор группы фраз и фраза, записанная пользователем в поисковую строку Яндекс, непосредственно перед переходом по рекламному объявлению). Эта информация передается при переходе по рекламному объявлению, в котором добавлены параметры url в виде: ?from={gbid}\_{keyword}. В этом случае «gbid» передает идентификатор группы фраз, а «keyword» передает поисковую фразу [8].

- количество обращений.

Далее необходимо получить данные от Яндекс.Директ. В целом процедура схожа с получением данных от Яндекс.Метрики. Параметры будут следующими: Дата «с...», дата «по...», и условие: «количество кликов – больше 0». А поля (возвращаемые данные) необходимо задать следующие: "Date" (дата), "AdNetworkType" (тип рекламной кампании), "CampaignName" (название кампании), "AdGroupName" (название группы объявлений), "Criterion" (поисковая фраза), "Clicks" (количество кликов), "Cost" (стоимость) и "AdgroupId" (идентификатор группы) [9].

Листинг кода формирования ссылки запроса:

```
$url = 'https://api.direct.yandex.com/json/v5/reports';
$token = '<токен авторизации>';
$clientLogin = $auth_login;
$params=["params"=>["SelectionCriteria" => ["DateFrom" =>
"$last_date1", "DateTo" => "$yesterday", "Filter" => [{"Field" => "Clicks", "Operator" => "GREATER_THAN", "Values" => ["0"]}]], "FieldNames" => ["Date", "AdNetworkType", "CampaignName", "AdGroupName", "Criterion", "Clicks", "Cost", "AdgroupId", "CriterionType"],];
$body = json_encode($params);
```

Таким образом сохранены все необходимые параметры для осуществления запроса. Непосредственно запрос осуществляет функция «curl\_exec()».

Листинг кода выполнения запроса:

```
$result = curl_exec($curl);
$responseHeadersSize = curl_getinfo($curl, CURLINFO_HEADER_SIZE);
$responseHeaders = substr($result, 0, $responseHeadersSize);
$responseBody = substr($result, $responseHeadersSize);
$httpCode = curl_getinfo($curl, CURLINFO_HTTP_CODE);
$requestId = preg_match('/RequestId: (\d+)/', $responseHeaders, $arr) ?
$arr[1] : false;
$retryIn = preg_match('/retryIn: (\d+)/', $responseHeaders, $arr) ? $arr[1] : 60;
curl_close($curl);
$direct = array();
$strings = explode("\n", $responseBody);
for ($s=0; $s<count($strings)-1; $s++) {
    $direct[$s] = explode("\t", $strings[$s]); //разбор ответа в массив
```

После правильного выполнения этого запроса, в переменной «\$direct» будет сохранен двумерный массив данных, в виде строк, каждая из которых содержит:

- дату (столбец 0)
- тип трафика (столбец 1)
- название кампании (столбец 2)
- название группы объявлений (столбец 3)
- ключевой запрос (столбец 4)
- количество кликов (столбец 5)
- стоимость этих кликов (столбец 6)
- идентификатор группы (столбец 7)

### Консолидация и запись в базу данных

После корректного получения вышеописанных данных, необходимо их передать в собственную базу данных. Но, перед этим надо осуществить консолидацию данных.

Алгоритм представляет собой цикл, где каждая строка формируется, присваивая значения переменных от массива Яндекс.Директ, а при обработке значения «обращения» вызывается функция, которая возвращает количество обращений, «предназначенное» именно этой строке. В эту функцию передается одна строка из массива Яндекс.Директ, и весь массив Яндекс.Метрика. Алгоритм ее работы показан на схеме (Рисунок 2):

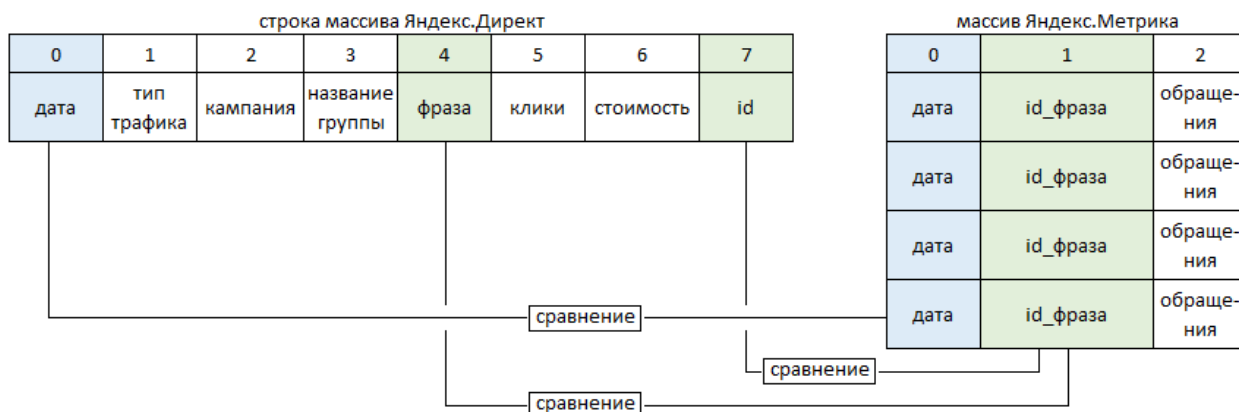


Рисунок 2. Схема консолидации данных

Для того, чтобы однозначно соотнести количество обращений, достаточно сделать одновременное сравнение даты, идентификатора группы и фразы. Это будет означать, что количество обращений относится именно к этой строке из массива Яндекс.Директ.

Листинг кода функции присвоения количества обращений:

```
function goals_fusion($base_string, $metrika_arr){
    $goals = 0;
    if ($metrika_arr !== NULL) {
        if (isset($metrika_arr[0]['metrics'])) {
```

```

    $z = count($metrika_arr[0]['metrics']); }else{
    $z = 2; }
    foreach ($metrika_arr as $q) {
/*непосредственно сравнение данных*/
        if ($q['dimensions'][0]['name'] == $base_string[0] & groups_com-
pare($q['dimensions'][1]['name'], $base_string[7]) & key_compare($q['dimen-
sions'][1]['name'], $base_string[4])) {
            for ($p=1;$p<$z;$p++){ $goals += $q['metrics'][$p];}}}}
        return $goals;}

```

Для наиболее корректного сравнения используются вспомогательные функции «groups\_compare()», «key\_from\_str()», «key\_clear()», «key\_full\_clear()», «key\_compare()». Последние 4 осуществляют «очистку» фраз разной степени. Это необходимо потому, что фразы, записанные в Яндекс.Директ часто имеют некоторые вспомогательные операторы, например, знаки «+», «!» и другие. И для корректности, перед сравнением они удаляются.

После корректного срабатывания всех функций, в переменной \$db\_goals сохранится количество обращений (в эту дату и по этой фразе).

Итак, мы получили 9 переменных с корректными значениями, которые готовы к записи в собственную базу данных.

Листинг кода записи в БД :

```

/* процедура отправки данных в БД при помощи SQL */
mysqli_query($conn, "INSERT INTO `login_querry` (`date`, `source`, `me-
dium`, `campaign`, `content`, `term`, `cost`, `clicks`, `goals`) VALUES ('$db_date',
'$db_source', '$db_medium', '$db_campaign', '$db_content', '$db_term', '$db_cost',
'$db_clicks', '$db_goals');");
}

```

Таким образом, консолидированные данные массивов Яндекс.Директ и Яндекс.Метрика будут записаны в собственную базу данных. И будут доступны для получения и проведения аналитики в любое время.

### Визуализация данных в приложении

Полученные данные, при просмотре в СУБД MySQL [10], выглядят, как таблица с большим количеством строк (Рисунок 3).



Отображение строк 0 - 24 (242 всего, Запрос занял 0.0003 сек.)

SELECT \* FROM `data\_e-16598365`

Показать все | Количество строк: 25 | Фильтровать строки: Поиск в таблице | Сортировать по ключу: Ни одного

	id	date	source	medium	campaign	content	term	clicks	goals	cost
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	2	2020-03-22	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории перми	6	0	248.65
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	3	2020-03-22	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории пермского края	3	0	96.67
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	4	2020-03-22	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории цена	3	0	85.33
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	5	2020-03-24	yandex	SEARCH	Лагерь Поиск	Лагерь	лагерь летний оздоровительный	1	0	56.94
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	6	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории закамска	1	0	45.97
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	7	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории перми	11	0	656.95
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	8	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории пермского края	6	0	157.74
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	9	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории цена	8	0	491.9
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	10	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санаторий заболевания бронхов	1	0	50.36
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	11	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий 55+	санатории перми	2	0	50.16
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	12	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий 55+	санатории пермского края	9	0	319.61
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	13	2020-03-24	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий 55+	санатории цена	9	1	618.06
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	14	2020-03-25	yandex	AD_NETWORK	Лагерь РСЯ	Лагерь	лагерь летний	1	0	59
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	15	2020-03-25	yandex	AD_NETWORK	Лагерь РСЯ	Лагерь	лагерь летний детский	2	0	41.12
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	16	2020-03-25	yandex	AD_NETWORK	Лагерь РСЯ	Лагерь	лагерь пермь летний	2	0	23.26
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	17	2020-03-25	yandex	AD_NETWORK	Лагерь РСЯ	Ретаргет	Ретаргет Лагерь	7	0	145.75
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	18	2020-03-25	yandex	SEARCH	Лагерь Поиск	Лагерь	лагерь летний детский	1	1	59.74
<input type="checkbox"/> Изменить <input type="checkbox"/> Копировать <input type="checkbox"/> Удалить	19	2020-03-25	yandex	SEARCH	Санаторий Поиск	Санаторий	санатории закамска	1	0	46.51

Рисунок 3. Вид таблицы в базе данных

В таблице видны 5 полей (столбцов), которые на самом деле имеют иерархическую структуру. Это означает, что трафик имеет такое понятие, как «источник» (поле `source`), в источнике могут быть кампании двух типов (поиск и сети; поле `medium`), каждого типа может быть одна или несколько кампаний (поле `campaign`), каждая кампания содержит одну или несколько групп (поле `content`), и каждая группа содержит определенный список фраз, по которым осуществляется показ объявлений (поле `term`).

Необходимо их представить в более понятном и простом виде. Наилучшим образом для этой цели подойдет «древовидная» таблица, которая будет получена за выбранный период (в приложении должен быть выбор периода данных, т.е. даты «с:» и «по:»), а также все числовые данные в рамках выбранного периода будут суммированы. Соответственно, необходим алгоритм, который будет получать данные из нашей БД.

Листинг кода получения данных:

```
$select = mysqli_query($conn, "SELECT * FROM ` $login_query ` WHERE date>='$date1' AND date<='$date2'");
```

```
while ($result = mysqli_fetch_array($select)) {
    $actuals[0][$i] = $result['source'];
    $actuals[1][$i] = traffic_type($result['medium']); //функция переименования типа трафика
    $actuals[2][$i] = $result['campaign'];
    $actuals[3][$i] = $result['content'];
    $actuals[4][$i] = $result['term'];
    $actuals[5][$i] = $result['clicks'];
    $actuals[6][$i] = $result['goals'];
    $actuals[7][$i] = $result['cost'];
```



```

    $i++;
}
mysqli_close($conn);

```

После его исполнения в переменной будет сохранен массив необходимых нам данных, за выбранный период.

Непосредственно визуализация данных может выполняться различными способами, наиболее удобными для каждого пользователя или разработчика подобного приложения. В данном приложении, как было упомянуто ранее, визуализация осуществлена с помощью «древовидной» таблицы. Способ довольно ёмкий с точки зрения написания кода, но при этом, наиболее удобен для изучения полученных данных. У данной работы нет цели глубоко изучить методы визуализации больших табличных данных, поэтому листинг кода самой древовидной таблицы, со всеми вспомогательными функциями будет опущен. Подобные методы описаны в источнике [11].

Но, самое главное, при построении такого метода, учесть необходимость вывода такого показателя, как «стоимость обращения». Его необходимо рассчитать непосредственно перед визуализацией, т.к. такой показатель не может храниться в нашей БД, ведь он всегда рассчитывается на весь массив полученных данных.

В итоге правильного написания кода визуализации, получается таблица, в которой на первом этапе видны источники рекламного трафика, с количеством кликов, потраченной суммой, количеством обращений (или «заявок»), и стоимостью обращения (или «ценой заявки»). При нажатии на название одного из источников (или на «+»), таблица раскроется, и станут видны один или несколько типов трафика, и них будут также видны собственные показатели. Далее, при нажатии на название любого из типов трафика, таблица снова раскроется и станут видны кампании со своими показателями. Таким же образом можно углубиться до групп. И также можно углубиться до конкретной поисковой фразы, по которой был переход пользователя. И на каждом этапе раскрытия этой таблицы можно увидеть, и проанализировать обобщенные данные по этой категории (Рисунок 4).

Свернуть всё	Развернуть всё							
Источник рекламы	Тип трафика	Кампания	Группа	Фраза	Клики	Заявки	Стоимость	Цена заявки
ИТОГО					1893	20	33135.63	1656.78
google					56	4	193.02	48.26
yandex					1837	16	32942.61	2058.91
	поиск				443	8	17279.8	2159.98
	сему				1394	8	15662.81	1957.85
		Creta РСЯ			262	3	2812.4	937.47
		H1 РСЯ			44	0	68703	--
		Santa Fe РСЯ			230	0	2975.18	--
		Solaris РСЯ			251	0	2818.65	--
			Купишь		34	0	353.48	--
			Общие		196	0	2276.34	--
			Ремонт		1	0	9.37	--
			Широкие		20	0	179.46	--
				hyundai solaris	2	0	12.2	--
				хендай солярис	18	0	167.26	--
		Tucson РСЯ			242	1	2814.27	2814.27
			Купишь		110	0	1306.49	--
				hyundai tucson крegu	69	0	804.07	--
				hyundai tucson кynum	5	0	62.7	--
				tucson наличие	3	0	54.23	--
				купить туссан автогу	2	0	23.69	--

Рисунок 4. Древоподобная таблица

## Заключение

В статье рассмотрены возможности применения API Яндекс.Метрики, Яндекс.Директ и GoogleAds. Рассмотрена процедура регистрации приложения и получения токенов авторизации, и описана разработка приложения, которое способно получать наиболее важные для аналитики данные, консолидировать их, сохранять в собственной БД и далее визуализировать в максимально удобном и структурированном виде. Такое приложение способно экономить время специалиста (до нескольких часов ежедневно на составление подобных таблиц вручную [12]); экономить на тарифах существующих систем сквозной аналитики; и максимально быстро принимать решения о перераспределении денежных вложений в тот или иной источник рекламного трафика, и повышать эффективность этих вложений.

## Список использованных источников и литературы:

1. Документация Яндекс.Директ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/support/direct/> (дата обращения: 16.04.2021).
2. Документация GoogleAds [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.google.com/google-ads/answer/7635053?hl=ru> (дата обращения: 17.04.2021).
3. Документация Яндекс.Метрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/support/metrika/index.html> (дата обращения: 17.04.2021).
4. Документация по OAuth-авторизации для API-сервисов Яндекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/oauth/doc/dg/concepts/about.html> (дата обращения: 17.04.2021).

5. Регистрация приложения на OAuth-сервере Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/direct/doc/dg/concepts/register.html> (дата обращения: 18.04.2021).
6. Регистрация приложения на OAuth-сервере Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/google-ads/api/docs/first-call/oauth-cloud-project> (дата обращения: 18.04.2021).
7. Описание JSON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.json.org/> (дата обращения: 20.04.2021).
8. Параметры, передаваемые в URL объявлений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/support/direct/statistics/url-tags.html?lang=ru> (дата обращения: 21.04.2021).
9. Допустимые поля API запросов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/direct/doc/reports/fields-list.html> (дата обращения: 21.04.2021).
10. Справочное руководство по MySQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mysql.ru/docs/man/What-is.html> (дата обращения: 21.04.2021).
11. Как создать сворачивающуюся древовидную таблицу в html/css/js? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coderoad.ru/5636375/> (дата обращения: 21.04.2021).
12. Затонский А. В., Варламова С. А. Информационное обеспечение поддержки принятия решений на примере составления расписания занятий образовательной организации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2018. – Т. 18. № 3. – С. 88-106.

### List of references

1. Yandex.Direct documentation, <https://yandex.ru/support/direct/>, accessed April 16, 2021.
2. GoogleAds documentation, <https://support.google.com/google-ads/answer/7635053?hl=ru>, accessed April 17, 2021.
3. Documentation Yandex.Metrica, <https://yandex.ru/support/metrica/index.html>, accessed April 17, 2021.
4. Documentation on OAuth authorization for Yandex API services, <https://yandex.ru/dev/oauth/doc/dg/concepts/about.html>, accessed April 17, 2021.
5. Registering the application on the Yandex OAuth server, <https://yandex.ru/dev/direct/doc/dg/concepts/register.html>, accessed April 18, 2021.
6. Registering the application on the Google OAuth server, <https://developers.google.com/google-ads/api/docs/first-call/oauth-cloud-project>, accessed April 18, 2021.
7. Description of JSON, <https://www.json.org/>, accessed April 20, 2021.
8. Parameters passed to ad URL, <https://yandex.ru/support/direct/statistics/url-tags.html?lang=ru>, accessed April 21, 2021.
9. Allowed fields of API requests, <https://yandex.ru/dev/direct/doc/reports/fields-list.html>, accessed April 21, 2021.

10. MySQL Reference Manual, <http://www.mysql.ru/docs/man/What-is.html>, accessed April 21, 2021.
11. How to create a collapsible tree table in html / css / js? <https://coderoad.ru/5636375/> accessed April 21, 2021.
12. Zatonsky A. V., Varlamova S. A. Information support of decision-making support on the example of scheduling classes for an educational organization // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radioelectronics. 2018. – T. 18.No. 3. – P. 88-106.

**ЛУЦЕНКО Д. Ю.**  
**СБОРКА (CI / CD) ПРОЕКТОВ, НЕ ИСПОЛЬЗУЮЩИХ JVM С**  
**ПОМОЩЬЮ GRADLE / KOTLIN**

*УДК 004.912:332.62, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.05.19*

Сборка (CI / CD) проектов, не  
использующих JVM с помощью  
Gradle / Kotlin

Build (CI/CD) of non-JVM projects us-  
ing Gradle / Kotlin

**Д. Ю. Луценко**

**D. Yu. Lutsenko**

Санкт-Петербургский политехниче-  
ский университет Петра Великого;  
г. Санкт-Петербург

Peter the Great St. Petersburg Polytech-  
nic University,  
St. Petersburg

*Для JVM проектов Gradle явля-  
ется общепризнанным инструмен-  
том. Он также используется в про-  
ектах и вне платформы JVM. Напри-  
мер, в официальной документации  
описаны сценарии использования для  
Swift и C++ проектов. Также на  
практике gradle применим для авто-  
матизации сборки, тестирования и  
развертывания проектов, которые  
включают в себя модули node.js,  
golang, terraform.*

*For JVM projects, Gradle is an es-  
tablished tool. It is also used in projects  
and outside the JVM framework. For ex-  
ample, the official documentation de-  
scribes use cases for Swift and C++  
projects. Also in practice, gradle is ap-  
plicable to automate the build, testing  
and deployment of projects that include  
modules node.js, golang, terraform.*

*Ключевые слова: JVM, Gradle,  
проект, автоматизация сборки,  
развертывание проектов.*

*Keywords: JVM, Gradle, project,  
build automation, project deployment.*

## **Введение**

Каждый из модулей большого проекта разрабатывается отдельной коман-  
дой в собственном репозитории. При этом также было бы удобно работать с по-  
добными проектами как с единой системой: обеспечить единые настройки для  
проектов, выполнить интеграционное тестирование, иметь возможность выпол-  
нять развертывание в различных конфигурациях и выпускать последовательные  
релизы. Довольно удобно подключать репозитории проектов к единому, глав-  
ному репозиторию с помощью подмодулей git. В этот же момент можно работать  
с одной общей версией всех подпроектов. Проверка каждого подпроекта будет  
производиться при соответствующем коммите. В случае реализации функцио-  
нала, который затрагивает несколько подпроектов одновременно, можно создать  
ветвь в проекте верхнего уровня и указать вложенную ветвь для использования  
каждого из подпроектов. Таким образом, можно синхронизировано разрабаты-  
вать и тестировать новую функциональность локально.

## Краткий обзор того, как работает Gradle

Фаза инициализации [1]. Сначала Gradle ищет `settings.gradle.kts` [2], компилирует и запускает его, чтобы получить список подпроектов и их расположение. Он компилирует только подвергнутые изменениям файлы по мере необходимости. Если зависимости и файл не были изменены, то будет использоваться последняя скомпилированная версия.

Фаза конфигурации [1]. Скрипты сборки определены для всех проектов и некоторые из них выполняются (только те проекты, которые необходимы для целевых задач).

Фаза выполнения [1]. На основе построенного частичного графа зависимостей между задачами определяется подграф, необходимый для достижения выполнения текущих конкретных задач. Для каждой задачи проверяется её актуальность: должна ли задача выполняться или нет. И тогда выполняются лишь необходимые задачи.

Сценарий сборки, основанный только на графе задач, является сложным в обслуживании императивным сценарием. Чтобы организовать похожие списки задач, связанных с разными модулями, в gradle есть концепции проектов и плагинов. Проект - это модуль, который представляет часть исходного кода более крупного решения, а плагин - это многократно используемый набор взаимосвязанных задач, которые создаются для конкретного проекта. Подобные концепции существуют и в maven.

## DSL (предметно-ориентированный язык)

Gradle использует гибкий подход к организации скрипта сборки, основанный на идее встроенного предметно-ориентированного языка. В основном языке (Groovy или Kotlin) функции, объекты и классы разработаны специальным образом, так чтобы при их использовании получаются легко воспринимаемые скрипты, аналогичные декларативному описанию проекта. То есть, несмотря на то, что скрипт сборки является императивной программой, он может выглядеть как декларативное описание конфигурации плагинов и структуры проекта.

## Встроенный проект `buildSrc`

Настройка сборки проекта в основном выполняется в скрипте `build.gradle.kts` [2]. Помимо прочего, данный скрипт позволяет создавать специальные задачи и выполнять произвольный код. Если не следовать рекомендациям, скрипт сборки может довольно быстро превратиться в спагетти-код. Поэтому создание задач и использование исполняемого кода внутри сценария сборки следует рассматривать в качестве исключения и временного решения. Следует помнить, что поддержка сборки проекта с императивной логикой в сценариях сборки крайне сложна и не удобна.

Gradle предлагает удобное решение с использованием вспомогательного проекта `buildSrc` [3]. Этот проект можно рассматривать как основное место для императивной логики и пользовательских задач. Проект `buildSrc` компилируется автоматически и добавляется как зависимость к скрипту сборки. Так что все, что

в нем указано, будет доступно для использования в скриптах без дополнительных усилий.

Таким образом, в сценарии сборки должны оставаться только декларативные элементы, такие как объявление и конфигурации подключаемых модулей и настройки проекта.

BuildSrc - это старый JVM проект. В нем существует возможность добавлять ресурсы, писать тесты и реализовывать любую логику, необходимую для сценариев сборки. Проект buildSrc также имеет собственный сценарий сборки, соответственно можно назвать это «рекурсивной сборкой». Результатом сборки данного вспомогательного проекта являются классы, которые будут автоматически добавлены в classpath всех проектов. То есть, при объявлении плагина в buildSrc [3], этот плагин будет доступен для использования во всех проектах и подпроектах без необходимости дополнительной настройки.

Также следует отметить, что buildSrc не содержит скриптов, которые будут выполняться в фазе конфигурации. То есть, при необходимости создания каких-либо задач, нужно обратиться к коду: либо путем прямого вызова функции, либо с помощью плагина.

## Плагины

Для различных типов проектов (go, node.js, terraform, ...) может возникнуть необходимость создания плагинов. Можно использовать уже существующие плагины (к примеру, kosogor для terraform), но функциональности данных плагинов может быть недостаточно.

Плагин может быть реализован непосредственно в buildSrc [3] или как отдельный проект для возможности его повторного использования. Если используются отдельные проекты, то необходимо либо подключить эти проекты в качестве импортированной сборки, либо выложить артефакты в уже развернутый репозиторий.

Плагин можно рассматривать как набор следующих элементов:

1. декларативная конфигурация;
2. скрипт / процедура создания задач на основе конфигурации;
3. возможность привязки синглтона к отдельному проекту и его настройка.

Некоторым неудобством плагинов является необходимость создания как задач, так и расширений (объектов конфигурации). Только после этого появляется возможность настройки плагина. Эта процедура не очень удобна, так как на момент создания задач конфигурация еще отсутствует. Следовательно, необходимо использовать более сложный механизм свойств и провайдеров. Такой подход позволяет работать с будущими значениями, которые будут доступны только на этапе выполнения. В то же время важно не использовать значения свойств на этапе конфигурации, поскольку они будут иметь значения по умолчанию.

## Пользовательский DSL

Помимо самих плагинов, аналогичного результата можно было бы достичь с помощью вызова функций, которые создают задачи. В качестве примера рассмотрим, как задачи добавляются в библиотеку *kosogor* с помощью DSL [4]:

```
terraform {
    config {
        tfVersion = "0.10.10"
    }
    root("ex", File(projectDir, "terraform"))
}
@TerraformDSLTag
fun Project.terraform(configure: TerraformDsl() -> Unit) {
    terraformDsl.project = this
    terraformDsl.configure()
}
```

Код, который пользователь пишет внутри { }, будет выполняться для объекта типа *TerraformDsl*. Например, метод *root* создает задачи, используя имя и конфигурацию, переданные методу:

```
@TerraformDSLTag
fun root(name: String, dir: File, enableDestroy: Boolean = false,
    targets: LinkedHashSet<String> = LinkedHashSet(), workspace: String? =
null) {
    val lint = project!!.tasks.create("$name.lint", LintRootTask::class.java) {
task ->
        task.group = "terraform.$name"
        task.description = "Lint root $name"
        task.root = dir
    }
    // ...
}
```

Использование методов в Kotlin, которые принимают последним параметром функции типа *Type*. () -> Unit, позволяет создать DSL, который выглядит удобно и элегантно. В некоторой степени это обеспечивает большую гибкость и удобство, чем плагины. Например, когда запущен метод «root», предыдущий метод «config» уже был завершен, и все параметры конфигурации доступны напрямую.

## Почему важно добиваться инкрементальной сборки?

Сборка проекта может запускаться сотни раз в день. Любая лишняя работа, выполняемая скриптом сборки, может привести к заметной потере времени. В крайних случаях, когда процесс сборки занимает 10-30 минут, сложность работы значительно возрастает. Если сборка выполняется в облаке и результат необходимо развернуть в нескольких конфигурациях, то длительная работа скрипта также может привести к увеличению временных затрат.



«Инкрементность» не появляется сама по себе. Сборка становится более инкрементальной, когда все задачи поддерживают это свойство. В идеале, при повторном запуске одной и той же команды Gradle, она должна завершиться за доли секунды, так как все задачи будут пропущены.

### **Автоматические зависимости между задачами на основе свойств и файлов**

Если задача В зависит от результата выполнения задачи А, то существует возможность настроить эти задачи таким образом, чтобы gradle мог догадаться, что необходимо выполнить задачу А, даже без явного указания зависимости.

Для этого gradle предоставляет механизм свойств и провайдеров [5]. На этапе конфигурации значения инкапсулируются в провайдерах и не доступны напрямую. Если существует функциональная зависимость одного значения от другого в поставщике значений, а внутри лямбда-выражения значение будет доступно в качестве аргумента, и можно будет работать с будущим значением свойства. В результате будет создан новый «провайдер», который вычисляет значение выражения по запросу на этапе выполнения. Пример:

```
class Task1: DefaultTask() {
    @OutputFile
    val res = project.objects.fileProperty()
    init {
        result.convention(project.buildDir.file("res.txt"))
    }
}
class Task2: DefaultTask() {
    @InputFile
    val input = project.objects.fileProperty()
    @Action
    fun task2() {
        println(input.get().asFile.absolutePath)
    }
}
```

В скрипте нет необходимости явно объявлять зависимость, при условии, что существует связь между свойствами:

```
val task1 = tasks.register<Task2>("task1") {
    output.set(file("out.txt"))
}
tasks.register<Task2>("task2") {
    input.set(task1.res)
}
```

Теперь при вызове task2 задача task1 будет рассматриваться как зависимость и при необходимости выполняться.

## Использование файлов в качестве сигналов, после обращений к ним

При выполнении операций, которые приводят только к побочным эффектам (например, развертывание в облаке) и не отражаются естественным образом в файловой системе, Gradle не может проверить, необходимость выполнения задачи [5]. В результате соответствующая задача будет каждый раз выполняться.

Чтобы помочь Gradle, можно создать `task2.done` по завершении задачи и указать, что этот файл является выходным файлом для задачи. В этом файле желательно в сжатом виде отразить описание того, в каком состоянии находится облачная конфигурация [6]. Можно, например, указать SHA развернутой конфигурации или текст со списком развернутых компонентов и их версий.

Если несколько задач изменяют состояние общего облака, то полезно представить это состояние в виде одного или нескольких файлов, совместно используемых этими задачами (`cloud.state`). Каждая задача, которая изменяет состояние в облаке, также изменяет локальные файлы. Таким образом, Gradle поймет, какие задачи могут потребовать перезапуска.

## Централизованная установка номеров портов

Для тестирования может потребоваться запуск конфигурации с другим набором служб. В паре сервисов, зависящих друг от друга, порт взаимодействия нужно указывать дважды - в самом сервисе и в клиенте этого сервиса. Понятно, что по принципу единственности версии (SVOT / SSOT) порт необходимо настраивать только единожды, а в других местах он должен ссылаться на этот доверенный источник. Одна конфигурация службы должна быть доступна как для службы, так и для клиента.

Рассмотрим пример того, как это можно сделать в gradle.

```
data class Service1Config(val port: Int, val path: String) {
    fun localUrl(): URL = URL("http://localhost:$port/$path")
}
```

В основном скрипте `build.gradle.kts` создается конфигурация и она помещается в `extra`.

```
val service1Config: Service1Config by extra(Service1Config(8081, "service1/test"))
```

Также в других скриптах существует возможность получить доступ к этой конфигурации, объявленной в `RootProject`:

```
val service1Config: Service1Config by rootProject.extra
```

Таким образом, можно связать службы и централизовать настройку.

## Полезные советы

1. Чтение документации.
2. Изучение модели Gradle.

3. Использование `buildSrc`. При построении проектов часто возникает необходимость добавления отдельных вспомогательных задач. Такие задачи следует помещать в `buildSrc`.

4. Стараться делать каждую задачу инкрементальной. В таком случае изменение любой строчки кода приведет только к выполнению строго необходимых задач. Сборка будет выполнена максимально быстро.

### **Заключение**

В данной статье были рассмотрены некоторые особенности системы сборки проектов на основе gradle / kotlin. Gradle является довольно удобным инструментом для сборки проектов, не использующих с JVM. Даже для проектов, не связанных с JVM, сохраняются почти все преимущества - модульность, производительность и защита от ошибок. При соблюдении рекомендуемых правил и подходов к разработке сборки проекта и общих инженерных принципов, Gradle позволяет получить гибкую и удобную в поддержке систему.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Мушко Б. и Доктер Г. Gradle в действии. – Издательство Manning Publications, 2013. — 456 p.
2. Праймер Gradle Kotlin DSL Primer, документация Gradle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.gradle.org/current/userguide/kotlin\\_dsl.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/kotlin_dsl.html) (дата обращения: (10.05.2021)).
3. Организация проектов Gradle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.gradle.org/current/userguide/organizing\\_gradle\\_projects.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/organizing_gradle_projects.html) (дата обращения: (12.05.2021)).
4. Разработка собственных плагинов Gradle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.gradle.org/current/userguide/custom\\_plugins.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/custom_plugins.html) (дата обращения: (12.05.2021)).
5. Берглунд, Т. Грейдл. За пределами основ. - O'Reilly Media, 2013. – 80 с.
6. Иккин, Х. К. Грейдл. Руководство по эффективному внедрению. – Packt Publishing, 2012. – 350 p.

### **List of references**

1. Muschko, B. and Dockter, H. Gradle in Action. — Manning Publications Company, 2013. — 456 p.
2. Gradle Kotlin DSL Primer. URL: [https://docs.gradle.org/current/userguide/kotlin\\_dsl.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/kotlin_dsl.html), accessed May 10, 2021.
3. Organizing Gradle Projects. URL: [https://docs.gradle.org/current/userguide/organizing\\_gradle\\_projects.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/organizing_gradle_projects.html), accessed May 12, 2021.
4. Developing Custom Gradle Plugins. URL: [https://docs.gradle.org/current/userguide/custom\\_plugins.html](https://docs.gradle.org/current/userguide/custom_plugins.html), accessed May 12, 2021.
5. Berglund, T. Gradle Beyond the Basics. — O'Reilly Media, 2013. — 80 p.
6. Ikkink, H. K. Gradle Effective Implementation Guide. — Packt Publishing, 2012. — 350 p.

# ЛЮОСЕВ В. А., ПЕЛЬМЕГОВ Р. В. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ УЧЕТА

УДК 004.71:621.32:64, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 20.53.23

Автоматизированная система передачи  
показаний приборов учета

Automated transmission system of meter  
readings

**В. А. Люосев, Р. В. Пельмегов**

**V. A. Lyuosev, R. V. Pelmegov**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,  
Ukhta

*В статье рассматривается разработка Автоматизированной системы передачи показаний приборов учета, а именно: изучение и описание предметной области, моделирование системы и описание результатов разработки аппаратного продукта.*

*The article discusses the development of an automated system for transmitting meter readings, namely: the study and description of the subject area, system modeling and a description of the results of the development of a hardware product.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система, передача показаний, сбытовая компания.

**Keywords:** automated system, testimony transmission, sales company.

## Введение

Наиболее значимой проблемой функционирования индивидуальных приборов учета является своевременное предоставление информации о расходе ресурсов от потребителя к сбытовой организации, поставляющей водные и другие ресурсы. В настоящее время в большинстве многоквартирных домов России такая передача показаний проводится вручную, путем заполнения квитанций, или звонком по телефону. Жильцы квартир самостоятельно снимают показания со счетчиков путем визуального осмотра, вписывают данные в квитанцию или указывают их на сайте организации в интернете.

Ручной способ передачи данных приборов учета способствует появлению многих проблем. К главным из них относится возможность подачи ложных данных, чтобы снизить стоимость услуг, а также нарушение сроков передачи показаний, способствующих расхождению с данными общедомовых приборов.

Если в доме стоят счетчики воды, передающие показания дистанционно, то процесс подачи данных поставщику воды становится полностью автоматическим. Это дает возможность значительно уменьшить вероятность разных мошеннических действий, и сделать процесс передачи показаний более эффективным. В итоге пользу получают потребители воды и управляющие организации, которые уже не производят множественные перерасчеты, обход жилых помещений для сверки показаний счетчиков воды.

Целью данной работы является разработка Автоматизированной системы передачи показаний приборов учета, которая будет автоматизировать деятельность по снятию и передачи показаний приборов учета в сбытовую компанию.

### **Описание предметной области**

Приборы учета персональных расходов ресурсов представляют собой аппараты, устанавливаемые на вводные раструбы снабжения в квартиры или другие строения. Аппараты устанавливаются специалистами сбытовой компании, пломбируются, проверяются и вводятся в эксплуатацию.

Данный аппарат снабжен номерным барабаном, приводимым в действие механизмом и крыльчаткой, вращающейся в среде движения жидкости или газа, строгое количество оборотов крыльчатки переводится в строгое значение на номерном барабане.

Ежемесячно, человек ответственный за передачу показаний, должен визуально осматривать прибор учета и самостоятельно передавать в сбытовую компанию дату снятия показаний, № регистрации прибора учета, адрес и показания, посредством посещения сбытовой компании, звонка, письма, или через веб форму на сайте сбытовой компании. Не всегда прибор учета установлен доступно для осмотра, и не всегда ответственные люди своевременно передают показания.

Исходя из описания предметной области, отмечены следующие функциональные требования к информационной системе «Автоматизированная система передачи показаний приборов учета»

1. Система должна обладать функционалом подключения к сети интернет;
2. Система должна обладать возможностью установки на классические приборы учета;
3. Система должна обладать функционалом конвертирования графического файла в текст;

Так же система должна иметь приемлемую не высокую стоимость, устанавливаться без внесения изменений в уже действующие приборы учета и не требовать вмешательства специалиста.

При обзоре аналогов, руководящим мотивом было сравнение стоимости готовых решений и их конструкции.

Поиск привел к трем самым популярным производителям систем автоматической передачи показаний приборов (SAURES C1, ZENNER, ITELMA).

Каждая из систем позволяет решить функции передачи показаний приборов, но не отвечает требованиям низкой стоимости и простой установки.

По результатам изучения систем-аналогов был сделан вывод о том, что разрабатываемая система обладает функциями автоматизации, интерактивности, исключает ошибочные и несвоевременные передачи показаний, а также значительно снижает стоимости установки и эксплуатации.

На стадии предпроектного обследования, основываясь на описание предметной области, была выбрана аппаратная платформа сбора показаний приборов учета – модуль ESP32-Cam (Рисунок 1).

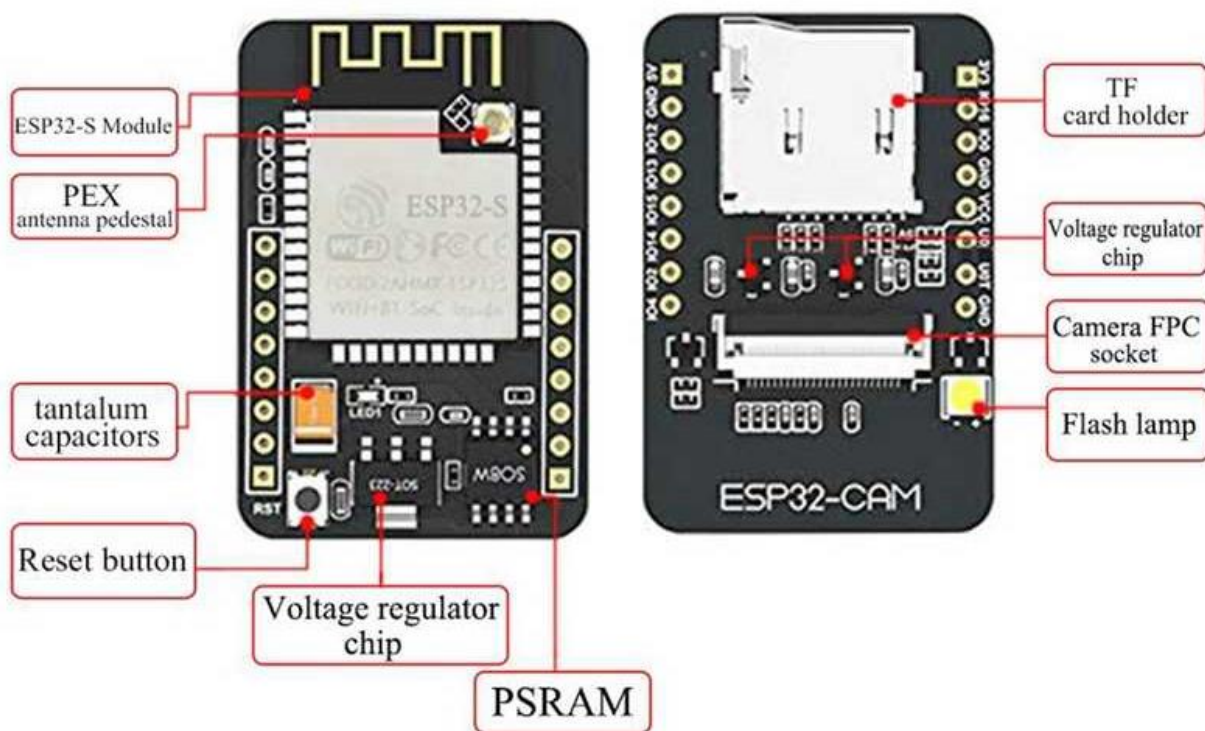


Рисунок 1. Модуль ESP32-Cam

Данный модуль обладает не высокой стоимостью и всеми необходимыми компонентами, для сбора показаний.

Технические характеристики платы ESP32-CAM представлены ниже:

- Модуль беспроводной связи — модуль ESP32-S WiFi 802.11 b / g / n + Bluetooth 4.2 LE с PCB антенной, разъем u.FL, 32 Мбит SPI флэш-память, 4 Мбит PSRAM;
- Встроенное хранилище – слот для микро SD-карты до 4 Гб;
- Камера OV2640 (продается с платой);
- Формат изображения – JPEG;
- Питание – 5 В;
- Потребляемая мощность – 6 мА @ 5 В минимум;
- Размер – 40.5 x 27 x 4.5 мм;
- Вес — 10 грамм.

Данный модуль имеет все необходимые элементы для работы, он снабжен модулем камеры для съемки и модулем подключения к WIFI сетям. На модуле ESP32-CAM есть два ядра, каждый из которых работает на частоте 160 МГц. Контроллер имеет 520 Кб оперативной памяти, 448 Кб flash-памяти. Поддерживает не только Wi-Fi (802.11n с максимальной скоростью 150 Мбит в секунду), но и Bluetooth 4.2 BR/EDR и Low Energy.

Блок ввода-вывода имеет специальный мультиплексор, который позволяет назначать различные функции на один вывод микроконтроллера. Количество аналоговых входов (18 АЦП (12-бит) и 2 ЦАП (8-бит)), поддержка PWM на всех контактах. ESP32-CAM имеет три UART, два I2C, четыре SPI, два I2S, шина CAN 2.0. Еще есть датчик температуры и датчик Холла. Для шифрования при передаче данных по WiFi в ESP32 имеются криптографические модули AES и SHA.

Данная плата размещается с помощью специального крепления на лицевую сторону прибора учета, на корпусе крепления предусмотрены разъёмы установки двух аккумуляторных батарей размером АА с номинальным напряжением 1.5 вольт каждая. Данных батарей хватит на 330 дней работы [1].

После выбора аппаратной части был разработан алгоритм перевода полученных снимков с прибора в числовое значение.

Алгоритм для перевода растрового изображения, полученного от модуля фиксации, построен следующим образом:

- полученное монохромное изображение разбивается на двумерную матрицу, где каждому элементу матрицы присваивается значение - цвет пикселя [4];
- далее создается новая двумерная матрица, отбираются четыре соседних пикселя изображения образующих квадрат, если хотя бы один из этих пикселей относится к списку основных цветов вписываем в новую матрицу 1, если нет 0, берем следующие четыре пикселя и так по порядку [3];
- в результате получается двумерный массив, где единицы выстроены в виде чисел, а нули образуют пустоты вокруг;
- далее матрица разбивается на подматрицы, в каждой из которых расположена цифра [2];
- завершается данный алгоритм сравнением подматриц с эталонной матрицей цифр, где каждой подматрице присваивается машиночитаемое значение.

## **Заключение**

В рамках статьи описана разработка автоматизированной системы передачи показаний приборов учета. В ходе изучения предметной области был рассмотрен классический способ передачи показаний приборов учета, определены недостатки данного способа. Рассмотрены системы аналоги разрабатываемой системы. Изучение систем аналогов показал, что разрабатываемая система, обладает более простым способом установки, низкой стоимостью оборудования, и отвечает всем требованиям для данного класса устройств. На этапе разработки была определена аппаратная платформа и алгоритм перевода растрового изображения в числовое значение.

### Список использованных источников и литературы

1. Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino, Петербург : БХВ-Петербург, 2012.
2. Авиационно-космическая техника и технология. – Москва: 2009. – 204 с.
3. Арлазаров В. Л. Распознавание строк печатных текстов: учеб. пособие / В. Л. Арлазаров, П. А. Куратов, О. А. Славин; Эдиториал. – Москва, УРСС: 2000. – 51 с.
4. Выбор признаков для распознавания печатных кириллических символов: учеб. пособие / И. А. Багрова [и др.]; под ред. А. А. Грицай: Изд-во: Вестник Тверского Государственного Университета. – СПб, 2010. – 73 с.
5. Выделение графических примитивов и текстовых блоков на изображениях документов с помощью морфологических операций: учеб. пособие / А. В. Куроптев ; под ред. Д. П. Николаев: Изд-тво: МФТИ. – Москва, 2008. – 31 с.

### List of reference:

1. Ulli Sommer, Programming microcontroller boards Arduino / Freeduino, Publishing House: BHV-Petersburg. – St. Petersburg, 2012.
2. Aerospace engineering and technology, Moscow, 2009. – 204 с.
3. Arlazarov V. L. Recognition of lines of printed texts: textbook. allowance / V. L. Arlazarov, P. A. Kuratov, O. A. Slavin; Editorial. – Moscow, URSS, 2000. – 51 с.
4. The choice of signs for the recognition of printed Cyrillic characters: textbook. allowance / I. A. Bagrova [and others]; under the editorship of A. A. Gritsay: Publishing House: Bulletin of Tver State University. – St. Petersburg. 2010. – 73 с.
5. The selection of graphic primitives and text blocks on images of documents using morphological operations: textbook. allowance / A. V. Kuroptev [et al.]; under the editorship of D.P. Nikolaev: Publisher: MIPT. – Moscow, 2008. – 31 с.



**РОЧЕВ К. В., БАЗАРОВА А. М.**  
**РАЗРАБОТКА АТРИБУТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО**  
**ПРОФИЛИРОВЩИКА ДЛЯ АНАЛИЗА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИЙ**  
**ПРОГРАММНОГО КОДА НА ЯЗЫКЕ C#**

*УДК 004.4`2, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 50.41.01*

Разработка атрибутно-ориентированного профилировщика для анализа быстродействия функций программного кода на языке C#

Development of an attribute-oriented profiler for analyzing the program code functions performance in C#

**К. В. Рочев, А. М. Базарова**

**K. V. Rochev, A. M. Bazarova**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta state technical university,  
Ukhta

*В статье описана разработка комплекса программных средств для профилирования быстродействия выполнения участков кода. Система состоит из библиотеки, сочетающей возможность удобного подключения профилировщика с помощью атрибутов с возможностью отправки результатов замеров в глобальное хранилище данных и веб-системы аналитики, показывающей полученные результаты измерений. В совокупности данные решения позволяют обеспечить мониторинг затрат процессорного времени на отдельные участки кода при работе онлайн-серверов в реальном времени.*

*The article describes the development of a set of software tools for profiling the performance of code sections. The system consists of two parts: a library that combines easily connect a profiler using attributes with the ability to send measurement results to a global data warehouse and a web-based analytics system that shows the obtained measurement results. Together, these solutions allow you to monitor the cost of processor time for code sections and functions when running online servers in real time.*

**Ключевые слова:** профилировщик, быстродействие, оптимизация кода, производительность, C#, DOT.NET Framework.

**Keywords:** profiler, code optimization, performance, C#, DOT.NET Framework.

## **Введение**

Быстрое развитие программного обеспечения, компьютерной техники, создание новых и совершенствование существующих технологий построения программных продуктов, расширение спектра использования автоматизированных систем в современном мире обуславливают параллельное развитие всех составляющих процесса построения и внедрения ПО. Повышение

сложности и многокомпонентности современных программных проектов требуют специализированного подхода в процессе их создания и применения.

Разработка и совершенствование алгоритмов, реализующих, в частности, методы оптимального управления для построения высокоскоростных цифровых систем является актуальной задачей сегодняшнего дня, особенно в контексте того, что за последние десятилетия стремительными темпами растёт объём внедрения информационно-управляющих систем с интенсивным использованием программного обеспечения.

Из числа практических задач программной инженерии особое место занимает задача оптимизации работы программного обеспечения. При этом под оптимизацией понимается модификация программного обеспечения для улучшения его эффективности. Следует отметить, что термин «оптимизация программного обеспечения» (или «оптимизация программного кода») не подразумевает строгого решения задачи оптимизации (т.е. нахождение экстремума) в строгой математической постановке. Оптимизированное программное обеспечение обычно только соответствует заданным ограничениям, при этом, как правило, невозможно доказать, что полученные характеристики соответствуют экстремуму [1].

Основные инструменты и методы оптимизации включают в себя:

1. Межпроцедурный анализ;
2. Прямой анализ глобальных и статических переменных;
3. Оптимизация по профилю;
4. Встраивание;
5. Комплексная оптимизация ветвей.

Поскольку пропускная способность процессора зависит от постоянного поступления исполнительной инструкции, производительность может сильно ухудшаться, если ему приходится часто ждать, пока инструкции или данные будут получены из внешней памяти или записаны во внешнюю память. Роль компилятора в минимизации таких нежелательных событий имеет решающее значение для оптимальной производительности [2].

Оптимизация может происходить на разных уровнях, в зависимости от того, насколько она близка к машинному коду. Код может быть оптимизирован и на архитектурном уровне с помощью интеллектуальных шаблонов проектирования. На уровне исходного кода оптимизация может быть достигнута благодаря применению передовых методов кодирования и соответствующих инструментов. Кроме того, можно улучшить производительность приложения, внедрив руководства по стилю кодирования в рабочий процесс [3].

Ранее нами был проведен анализ производительности типовых функций среды .NET CLR, в окружениях Mono (Unity), .NET Framework (WPF/Windows Forms) и .NET Core [4, 5]. Результаты проделанной работы могут помочь принимать более эффективные решения при написании критических с точки зрения производительности участков кода. Однако оптимальное функционирование при одних входных данных не означает оптимального функционирования при всех возможных их вариантах. К тому же, обычно, нет

смысла оптимизировать весь код и лучше сосредоточиться на наиболее узких местах. Поиск таких мест, обычно, решается с помощью профилирования.

Существуют различные механизмы профилирования программного кода, некоторые из которых интегрированы непосредственно в среду разработки. Но несмотря на то, что в среде .NET существуют эффективные и удобные профилировщики, к сожалению, они могут функционировать не во всех окружениях, зачастую требуют много ресурсов или существенных усилий для интеграции.

Принимая во внимание вышеизложенное, **цель данной работы** заключается в разработке компактного механизма измерения времени выполнения участков кода и анализа его быстродействия для дальнейшего повышения производительности критических участков высоконагруженных информационных систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработать механизм измерения быстродействия программного кода;
- 2) обеспечить возможность достаточно удобного подключения реализуемого механизма к отдельным участкам анализируемой системы;
- 3) обеспечить возможность функционирования в любых .NET окружениях;
- 4) обеспечить относительно низкие накладные расходы при применении;
- 5) реализовать возможность сбора данных профилирования на протяжении больших временных интервалов и демонстрации их в реальном времени.

Для достижения поставленной цели было принято решение реализовать библиотеку, обеспечивающую возможность сбора данных о результатах быстродействия кода и панель мониторинга полученных результатов. Разработанный механизм состоит из следующих основных частей:

- 1) Измеритель быстродействия кода на основе атрибутов;
- 2) Подсистема предварительного агрегирования и отправки данных;
- 3) Подсистема аналитики.

### **Измеритель быстродействия кода на основе атрибутов**

Основная часть проекта – библиотека для измерения быстродействия. Для обеспечения удобства ее использования был использован подход на основе атрибутов. Атрибуты предоставляют средство для связывания метаданных или декларативной информации с кодом (сборки, типы, методы, свойства и т. д.) [6]. Мы используем их для обеспечения возможности подключения методов, выполняющих измерение времени выполнения кода к событиям начала и окончания выполнения измеряемых функций программы. Для этого использовано решение `MethodBoundaryAspect.Fody` [7], позволяющее отслеживать подобные события с помощью атрибутов.

Благодаря этому, в разработанном решении есть возможность отметить атрибутом для измерения любой метод проекта, либо целый класс. В случае применения атрибута к классу будет измеряться быстродействие всех его методов. Атрибут [[ProfilerAttribute](#)] подключают отслеживание времени входа в метод и выхода из него и запись разницы с указанием названия и

аргументов метода. В случае возникновения исключения в процессе выполнения метода, осуществляется запись времени и подсчет количества ошибок.

Далее представлены основные части кода атрибута профилировщика.

```
public sealed class ProfilerAttribute : OnMethodBoundaryAspect
{
    private string GetName(MethodBase m) =>
        $"{m.DeclaringType.Name}.{m.Name}" +
        $"({m.GetParameters().Select(x => x.Name).ToStringJoin())}";

    public override void OnEntry(MethodExecutionArgs args)
    {
        TimeProfiler.Begin(GetName(args.Method));
    }

    public override void OnExit(MethodExecutionArgs args)
    {
        var name = GetName(args.Method);
        TimeProfiler.End(name);
    }

    public override void OnException(MethodExecutionArgs args)
    {
        var name = GetName(args.Method);
        TimeProfiler.End(name);
        TimeProfiler.OnException(name);
    }
}
```

Методы OnEntry, OnExit, OnException обеспечивают отслеживание входа и выхода в измеряемые функции.

Функция GetName формирует название измеряемого метода с помощью отражения (Reflection) [8] для дальнейшего агрегирования и показа.

### Подсистема предварительного агрегирования и отправки данных

Класс TimeProfiler обеспечивает непосредственное выполнение измерений с помощью инструмента Stopwatch и группировку данных по названию и аргументам измеряемых методов на основе словаря.

Далее приведен интерфейс, демонстрирующий основные методы класса TimeProfiler:

```
ITimeProfiler
{
    TimeProf Begin(string n);
    void End(string name);
    void Sample(string name, Action action);
    TimeProf GetTime(string name);
    TimeProfile CalcTime();
}
```

Методы Begin-End используются для указания начала и окончания измерения. Sample позволяет измерить время работы метода, переданного по ссылке. GetTime получает результаты замеров по указанному методу.

Метод CalcTime позволяет объединять данные профилирования блоками за указанный интервал, например за 1 минуту (для минимизации объёмов хранения и передачи) и отправлять их в базу данных.

Группировку данных за указанный интервал по сигнатуре профилируемых методов можно представить формулами 1 и 2.

$$T_f = \sum_{i=0}^n t_i \quad (1)$$

где  $T_f$  – суммарное время выполнения отдельной функции за интервал измерения

$f$  – сигнатура функции, состоящая из её названия и списка аргументов

$t$  – время выполнения функции, тиков

$n$  – количество вызовов функции

$$T = \sum_{i=0}^n T_{fi} \quad (2)$$

где  $T$  – суммарное время выполнения всего кода за интервал измерения

$T_f$  – суммарное время выполнения отдельной функции за интервал измерения

$n$  – количество различных профилируемых функций

На текущий момент в первой версии системы в качестве базы данных используется облачный кластер mongodb, однако реализация хранения может быть легко заменена без изменений остальной части системы.

### Подсистема аналитики

Полученные и собранные в БД сведения о профилировании могут быть изучены с помощью веб-интерфейса. Подсистема для изучения данных профилирования реализована на ASP.NET Core. Она дополнительно агрегирует результаты замеров (по формуле 3) по указанным параметрам и обеспечивает возможность их мониторинга в реальном времени.

$$dT = \frac{\sum_{i=0}^n T_{fi}}{\sum_{i=0}^n T_i} \quad (3)$$

где  $dT$  – доля времени выполнения функции

$T$  – суммарное время выполнения всего кода за интервал измерения

$T_f$  – время выполнения отдельной функции за интервал измерения

$n$  – количество интервалов измерения

На рисунке 1 представлен интерфейс панели аналитики, показывающий нагрузку по серверам и детализацию затрат времени измеряемых функций по выбранному серверу.

Затраты процессорного времени на работы профилировщика также измеряются и выводятся в отчёте. При разном уровне детализации измерений это время меняется. Например, при мониторинге работы наших серверов, где записывается время всех поступающих запросов и работа части внутренних функций (в совокупности около 500 часто используемых методов), оно составляет на данный момент 1-5% общей вычислительной нагрузки.

WS Сервер-мониторинг    Нагрузка по серверам вся    За день    За час    Подробно    Ошибки    CCU

## Нагрузка по серверам:

Сервер	Загрузка, %	Время	Время работы	Время запросов	Игроки	Активные
ABSOLUTE	0.0102636777	21:31:15	00:00:07.9517836	00:00:04.3182122	24	3
DEVELOP	0.122248814	21:28:11	00:01:34.4873249	00:00:15.4185759	15	6
WS	0.8126418	21:14:50	00:10:21.5897127	00:02:45.6902578	26207	638
DESKTOP-SI0R9OI	0.0181758236	21:16:40	00:00:13.9226808	00:00:00.1699157	3	1
DESKTOP-13G8JMU	0.04876842	08:06:18	00:00:14.2296499	00:00:04.4933474	3	1
AIRA_DARK	0.004655571	07:03:18	00:00:01.1824220	00:00:02.5745794	3	1

## Нагрузка по серверу WS (Azure):

Метод	Время, %	Время, с	Вызовы
TimeService.EverySecond()	68.50538	418.206238	65090
TimeService.SaveDB()	66.61558	406.669525	79
PROFILER exceptions	64.75653	395.320526	259
_Save-Cache	39.8371239	243.194519	79
BaseCacheRepository`1.SaveToDB()	39.8357162	243.185913	391
MasterClientPeer.OnOperationRequest(operationRequest, sendParameters)	31.4946156	192.265839	127402
BaseRepository`1.ReplaceAll(all)	26.3422565	160.812119	234
_Save-SocialMaps	20.5191536	125.2637	78
ServerExt.OnWarning(text)	15.6917057	95.79349	68221
TimeService.EnergyChange()	12.1061068	73.9044	1009
AddBonus_GameStart	10.7577858	65.67328	841
GameStart-SendAllChatMessages	10.2468634	62.55424	831
BaseCacheRepository`1.GetById(id)	8.088256	49.37655	142110
MasterClientPeer.OnDisconnect(reasonCode, reasonDetail)	7.633678	46.60147	893
BaseCacheRepository`1.SaveToDB(id)	6.84897661	41.8110924	3360
MasterClientPeer.ForceSave()	6.82923555	41.6905746	893

Рисунок 1. Интерфейс панели аналитики

## Заключение

Результатом работы стал комплекс программных средств, состоящий из библиотеки, обеспечивающей профилирование быстродействия кода, сочетающей возможность удобного подключения с помощью атрибутов с возможностью отправки результатов замеров в глобальное хранилище и веб-системы аналитики, показывающей полученные результаты измерений. Подключение профилировщика требует внесения изменений в исходный код, но эти изменения минимальные – они заключаются в указании атрибутов у нужного метода или класса. Каждую часть проекта, естественно, можно использовать отдельно, однако в комплексе они обеспечивают возможность детального мониторинга работы и производительности критических функций нагруженных онлайн-систем в реальном времени.

В дальнейшем планируется оптимизировать механизм измерения за счет кэширования данных, получаемых с помощью отражения, а панель мониторинга и аналитики расширить дополнительными графическими отчетами, такими как гистограмма средней и максимальной нагрузки за период по интервалам. Немаловажным видится также добавление группировки функций по иерархии вызовов.



## Список использованных источников и литературы

1. Зеленая ИТ-инженерия. В 2-х томах. Том 1. Системы, индустрия, социум / Под ред. Харченко В.С. 2014. – 594 с.
2. Perrin, G. Adaptive calibration of a computer code with time-series output // Reliability engineering & system safety. 2020. Volume 196; pp 176-182.
3. Li, Genghui Multifactorial optimization via explicit multipopulation evolutionary framework // Information sciences. 2020. Volume 512; pp 1555-1570.
4. Рочев К. В. Анализ быстродействия типовых операций языка C# на платформах DOT.NET и MONO // Информационные технологии в управлении и экономике. 2019. № 1. С 7-20.
5. Рочев К. В., Семьяшкина А. В. Анализ быстродействия строковых операций языка C# на разных платформах // Информационные технологии в управлении и экономике. 2020. № 2. С 13-20.
6. Атрибуты (C#) <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/attributes/>
7. Репозиторий проекта MethodBoundaryAspect.Fody <https://github.com/becdetat/Aspects.Fody>
8. Reflection (C#) <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/reflection>.

## List of references

1. Green IT engineering. In 2 volumes. Volume 1. Systems, industry, social-mind. Ed. Kharchenko V. S. 2014. 594 p.
2. Perrin, G. Adaptive calibration of a computer code with time-series output. Reliability engineering & system safety. 2020. Volume 196; pp 176-182.
3. Li, Genghui Multifactorial optimization via explicit multipopulation evolutionary framework. Information sciences. 2020. Volume 512; pp 1555-1570.
4. Rochev K. V. Standard operations performance analysis of the C# language on platforms DOT.NET and Mono. Information Technologies in management and Economics. 2019. No. 1. pp 7-20.
5. Rochev K. V., Semyashkina A.V. Analysis of the performance of C# string operations on different platforms. 2020. No. 2. pp 13-20.
6. Attributes (C#) <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/attributes/>
7. Repository of the MethodBoundaryAspect project.Fody <https://github.com/becdetat/Aspects.Fody>
8. Reflection (C#) <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/reflection>.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Артамонова Ирина Александровна**

Курганский государственный университет, г. Курган;  
кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Учет и  
внешнеэкономическая деятельность»

**Artamonova Irina Alexandrovna**

Kurgan State University, Kurgan;  
Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor, Associate  
Professor of the Department of Finance  
and Economic Security

E-mail: [baturina76@mail.ru](mailto:baturina76@mail.ru)

**Базарова Ирина Александровна**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
доцент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Bazarova Irina Aleksandrovna**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Associate Professor,  
Department of Computer Engineering,  
Information Systems and Technologies

E-mail: [ibazarova@ugtu.net](mailto:ibazarova@ugtu.net)

**Базарова Анна Максимовна**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
старший преподаватель кафедры  
электроэнергетики и метрологии

**Bazarova Anna Maksimovna**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta;  
Senior Lecturer of the Department of  
Electric Power Engineering and  
Metrology

E-mail: [abazarova@ugtu.net](mailto:abazarova@ugtu.net)

**Батурина Ирина Николаевна**

Курганский государственный университет, г. Курган;  
кандидат экономических наук,  
доцент, доцент кафедры Финансы и  
экономическая безопасность

**Baturina Irina Nikolayevna**

Kurgan State University, Kurgan;  
Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor, Associate  
Professor of the Department of Finance  
and Economic Security

E-mail: [baturina76@mail.ru](mailto:baturina76@mail.ru)

**Бухтиярова Татьяна Ивановна**

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Челябинский филиал, г. Челябинск; доктор экономических наук,

**Bukhtiyarova Tatiana Ivanovna**

Russian Academy of National  
Economy and Public Administration  
under the President of the Russian  
Federation, Chelyabinsk branch,  
Chelyabinsk; Doctor of Economics,  
Professor, Professor of the Department  
of Economics, Finance and Accounting



профессор, профессор кафедры Эко-  
номика, финансы и бухгалтерский  
учет

E-mail: [baturina76@mail.ru](mailto:baturina76@mail.ru)

**Варламова Светлана  
Александровна**

**Varlamova Svetlana Aleksandrovna**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета»,  
г. Березники; кандидат технических  
наук, доцент кафедры автоматизации  
технологических процессов

Bereznikovsky branch of the Perm  
National Research Polytechnic  
University, Berezniki;  
Candidate of Technical Sciences,  
associate professor

E-mail: [varlamovasa@mail.ru](mailto:varlamovasa@mail.ru)

**Глазырин Михаил Александрович**

**Glazyrin Mikhail Alexandrovich**

Вятский государственный  
университет, г. Киров;  
старший преподаватель кафедры  
электроэнергетических систем

Vyatka State University, Kirov;  
Senior Lecturer at the Department of  
Electrical Engineering

E-mail: [sem-gla@mail.ru](mailto:sem-gla@mail.ru)

**Дворецкая Полина Сергеевна**

**Dvoretskaya Polina Sergeyevna**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студентка кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the Department of  
Computer Science, Information  
Systems and Technologies

E-mail: [dvoretskaya.p-2001@mail.ru](mailto:dvoretskaya.p-2001@mail.ru)

**Куделин Артем Георгиевич**

**Kudelin Artem Georgievich**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры вычислительной техники,  
информационных систем и  
технологий

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Candidate of Technical  
Sciences, Associate Professor,  
Department of Computer Engineering,  
Information Systems and Technologies

E-mail: [akudelin@ugtu.net](mailto:akudelin@ugtu.net)

**Кудряшова Ольга Михайловна**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
доцент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

E-mail: [okudryashova@ugtu.net](mailto:okudryashova@ugtu.net)

**Kudryashova Olga Mikhailovna**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Associate Professor,  
Department of Computer Engineering,  
Information Systems and Technologies

**Логинов Алексей Евгеньевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

E-mail: [dashuplol@gmail.com](mailto:dashuplol@gmail.com)

**Loginov Alexey Evgenievich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

**Луценко Дмитрий Юрьевич**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра  
Великого, студент

**Lutsenko Dmitriy Yur'yevich**

Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University, student

**Люосев Виктор Александрович**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Lyuosev Victor Alexandrovich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

**Михайлюк Оксана Николаевна**

Уральский государственный горный  
университет, г. Екатеринбург; док-  
тор экономических наук, профессор  
кафедры стратегический и производ-  
ственный менеджмент

**Mikhailyuk Oksana Nikolaevna**

Ural State Mining University,  
Yekaterinburg; Doctor of Economics,  
Professor of the Department of  
Strategic and Industrial Management

**Мялик Павел Николаевич**

Березниковский филиал Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета,  
г. Березники; студент

**Myalik Pavel Nikolaevich**

Bereznikovsky branch of the Perm  
National Research Polytechnic  
University, Berezniki; student

**Пельмегов Роман Викторович**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
ассистент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Pelmegov Roman Viktorovich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; assistant, Department of  
computer science, information systems  
and technologies

E-mail: [rpelmegov@ugtu.net](mailto:rpelmegov@ugtu.net)

**Полякова Лариса Петровна**

Воркутинский филиал  
Ухтинского государственного техни-  
ческого университета, г. Воркута;  
профессор, доктор экономических  
наук

**Polyakova Larisa Petrovna**

Vorkuta Branch  
FSBEI HE “Ukhta State Tech-  
nical University”, Vorkuta; Professor,  
Doctor of Economic Science

E-mail: [lpolyakova@ugtu.net](mailto:lpolyakova@ugtu.net)

**Рочев Константин Васильевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат экономических наук, доцент  
кафедры вычислительной техники,  
информационных систем и технологий

**Rochev Konstantin Vasilievich**

Ukhta State Technical University, Ukhta;  
Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor, Department of  
Computer Engineering, Information  
Systems and Technologies

E-mail: [k@rochev.ru](mailto:k@rochev.ru)

**Семериков Александр Вениаминович** **Semerikov Alexander Veniaminovich**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры вычислительной техники,  
информационных систем и технологий

Ukhta State Technical University, Ukhta;  
Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor, Department of  
Computer Engineering, Information  
Systems and Technologies

E-mail: [leersem@mail.ru](mailto:leersem@mail.ru)

**Шакиров Даниил Сергеевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Shakirov Daniil Sergeevich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

E-mail: [danyashakirov@mail.ru](mailto:danyashakirov@mail.ru)

Ухтинский государственный технический университет

Информационные технологии  
в управлении и экономике  
2021, № 02

Information technology  
in management and economics  
2021, No 02

ISSN 2225-2819

Свидетельство о регистрации Эл. № ФС77-65216

Адрес редакции: 169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13

Интернет-сайт: <http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>, <http://итуэ.рф>

Электронная почта: [info@itue.ru](mailto:info@itue.ru)

Телефон: 8 (8216) 700-308

Главный редактор: *К. В. Рочев*  
Дизайн и компьютерная вёрстка: *А. В. Семяшкина*