

Номерчук Александр Яковлевич – e-mail: aynomerchuk@sfnedu.ru; кафедра систем автоматического управления; ст. преподаватель.

Zargaryan Elena Valerevna – Southern Federal University; e-mail: evzargaryan@sfnedu.ru; Taganrog, Russia; the department of automatic control systems; cand. of eng. sc.; associate professor.

Zargaryan Yuri Arturovich – e-mail: yazargaryan@sfnedu.ru; the department of automatic control systems; cand. of eng. sc.; associate professor.

Nomerchuk Alexander Yakovlevich – e-mail: aynomerchuk@sfnedu.ru; the department of automatic control systems; senior lecturer.

УДК 004.42

DOI 10.18522/2311-3103-2022-2-249-259

Т.А. Крамаренко, Е.В. Фешина, Т.В. Лукьяненко

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В статье представлены результаты разработки модуля для модернизации мобильного приложения торговой сети. Особенностью представленного модуля мобильного приложения является отображение персонализированных сообщений с рекламой и акциями торговой сети. Для сбора и анализа данных в мобильном приложении применена математическая модель машинного обучения. В деталях описан процесс выбора математической модели, алгоритм работы и этапы обучения модели на тренировочных данных. Проведена оценка качества работы классификатора на тестовой и обучающей выборке. Выполнены классификация объектов тестовой выборки и сравнение реального значения класса с полученным в результате классификации. Авторы в статье представили основные этапы разработки алгоритмы для обработки статистических данных из чеков покупателей. Представлены программные коды реализации модуля анализа чеков и отображения персонализированной рекламы мобильного приложения. Для реализации базы данных в качестве инструментального средства авторами была использована реляционная система управления данными MS SQL Server. Модули мобильного приложения разработаны в среде Android Studio для операционной системы семейства Android. В работе авторы представили основные этапы работы алгоритма и тестирования работоспособности внедренных модулей. На основе данных о совершенных покупателем покупках собираются сведения о предпочитаемых товарах на основе фиксации групп товаров и товарных позиций из чека. К мобильному приложению привязаны карта лояльности торговой сети, а к картам лояльности, в свою очередь, привязаны чеки о покупках. Первоначально в приложении отображалась реклама всех товаров, участвующих в акциях. Актуальной задачей является отображение персонализированной рекламы, которая доказала свою эффективность. Мобильное приложение распространяется бесплатно через Play Market и предназначено для смартфонов под управлением ОС линейки Android. Целью разработки является отображение в приложении на устройстве покупателя сначала рекламы часто покупаемых товаров, а далее остальных акционных товаров. Мобильное приложение прошло нагрузочное тестирование в реальных условиях использования клиентами торговой сети.

Мобильные приложения; информационные системы; Android; алгоритм; машинное обучение; кроссплатформенная разработка.

T.A. Kramarenko, E.V. Feshina, T.V. Lukyanenko

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MOBILE APPLICATIONS

The article presents the development results of a module for the retail network mobile application modernization. A feature of the presented mobile application module is the display of personalized messages with advertising and promotions of the retail network. A mathematical model of machine learning is used to collect and analyze data in a mobile application. The process of

choosing a mathematical model, the operation algorithm and the model training stages on training data are described in detail. The quality of the classifier's work was evaluated on a test and training sample. Test sample objects classification and the real value of the class comparison with the resulting classification were performed. The authors in the article presented the main stages of the algorithms development for processing statistical data from customer receipts. The program codes for the receipt analysis module implementation and display the mobile application personalized advertising are presented. To implement the database as a tool, the authors used the relational data management system MS SQL Server. The modules of the mobile application are developed in the Android Studio environment for the Android operating system family. The authors presented the algorithm main stages and testing the implemented modules operability in the paper. Based on the data on purchases made by the buyer, information about preferred products is collected based on the fixation of product groups and product items from the receipt. The loyalty card of the retail network is linked to the mobile application, and receipts for purchases are linked to loyalty cards, in turn. Previously, the application displayed ads for all products participating in promotions. The actual task is to display personalized advertising, which has proven its effectiveness. The mobile application is distributed for free through the Play Market and is designed for smartphones running the Android OS line. The purpose of the development is to display in the application on the buyer's device first advertising frequently purchased goods, and then the rest of the promotional goods. The mobile application has passed load testing in real use by customers conditions of the retail network.

Mobile applications, information systems; Android; algorithm; machine learning; development methods; cross-platform development.

Введение. В современном мире предприниматели повышают прибыльность торговых сетей внедрением новых программных решения для учета реализации товаров. Подобные приложения предоставляют огромный спектр инструментов для анализа торговой деятельности. Основными данными при исследовании эффективности работы торговой сети являются ассортимент, цены и объем продаж. Мобильное приложение, взаимодействующее с информационной системой торговой сети позволит увеличить продажи товаров за счет применения персонализированных рекламных объявлений.

Цель исследования. Целью данной работы является разработка прототипа нейронной сети и модуля мобильного приложения, взаимодействующего с базой данных информационной системы торговой сети. В мобильном приложении на основе интеллектуального анализа чеков пользователю будут предлагаться часто покупаемые им товары во время проведения акций.

Результаты исследования. Архитектура приложения в целом была спроектирована и разработана, исходя из требований заказчика в лице администрации торговой сети. В связи с тем, что основной целью создания распределенной базы данных является попытка сделать цепочки поставок более открытыми для поставщиков и клиентов компании, необходимо разработать систему отбора, основанную на смешении нескольких алгоритмов обучения. Это система обработки транзакций, в которой осуществляется определенный список субъектов с установленными идентичностями. Для обмена данными используется алгоритм консенсуса с аутентифицированными участниками. Создатели блока известны и идентифицируются по цифровой подписи блока. Гибрид предполагает объединение свойств одного типа машинного обучения с другим, сделав некоторые данные в распределенной базе данных доступными сначала для клиентов, а только затем для поставщиков компании.

Каждая запись генерирует новый блок, после чего этот блок присоединяется к цепочке уже существующих блоков. Блоком является набор сущностей. Поля Index, Timestamp, Hash, Previous hash и UserToken являются основными для правильной работы распределенной базы данных. Они используются для реализации механизма синхронизации, поиска и проверки правильности цепочки.

Цепочка блоков начинается с первого, так называемого блока «генезис», он отличается от других тем, что поле «Previous hash» имеет нулевое значение, так как это самый первый блок в цепочке и ему не на что ссылаться. Поле данных является типом хранилища ключ-значение и может изменять свой внешний вид в зависимости от типа записи.

В качестве инструментального средства разработки БД использована РСУБД MS SQL Server, а для мобильного приложения среда разработки Android Studio. Мобильное приложение должно быть быстрым, использовать минимальное количество ресурсов гаджета, работать стабильно и выполнять все заложенные в его код функции.

Описание выбранной математической модели машинного обучения.

Логистическая регрессия осуществляет двоичную классификацию, по этой причине маркированные выходы считаются двоичными. Установим $P(y = 1 | x)$ как условную возможность того, что выход y равен 1 при условии, что установлен входной параметр вектор-функции x . Коэффициенты w – это веса, которые модель стремится изучить.

$$P(y = 1|x) = \frac{1}{1+e^{-w^T x}}. \quad (1)$$

Так как данный метод вычисляет возможность принадлежности к любому классу, следует принимать во внимание, в какой степени вероятность отличается от 0 или 1 а также усредняет его согласно абсолютно всем объектам, как это делается в линейной регрессии. Подобная функция потерь предполагает собой среднее значение кросс-энтропии.

$$L(w) = -\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [y_n \log(\text{ypred}_n) + (1 - y_n) \log(1 - \text{ypred}_n)]. \quad (2)$$

Если y равно 0, то первое слагаемое при сумме равно 0, а второе меньше, чем мы предсказали y_{pred} до 0 согласно свойствам логарифма. Аналогично, в случае, когда y равно 1. Если оценивать качество на той же выборке, на которой алгоритм обучался, оценка будет не соответствовать реальному качеству алгоритма и слишком оптимистичной.

Он принимает линейную комбинацию функций и применяет к ней нелинейную функцию, поэтому это очень малая часть нейронной сети. Алгоритм переобучается и начинает выдавать верные результаты из своей выборки. Алгоритм может находить закономерности в шуме, который всегда есть в данных, а шум на другой выборке примет иные значения, таким образом предсказание алгоритма будет неверным. Он может запомнить или выучить выборку, тогда новые примеры он может совсем не понять. Методом борьбы с данной проблемой является использование отдельных наборов данных для оценки и обучения.

Основные этапы работы алгоритма:

1. Скрытые данные (Hold-out validation): train/validation/test датасеты; обучение модели на train данных; выбор модели по validation; проверка на test данных.
2. Кросс-валидация (k-fold cross-validation): разделение данные на k элементов; обучение на $(k-1)$ элементе; усреднение результата.
3. Bootstrap resampling: генерация нового объема данных; производится выборка из исходных данных.

Одна модель редко используется, обычно требуется попробовать различные варианты модели различных классов или одной модели. Для выбора лучшей и оценки качества модели используется валидационная выборка (validation set), на которой модель не обучалась. В результате работы оценивается модель на тестовой выборке (test set), это нужно для получения не слишком оптимистичной оценки качества модели.

Модель обучается на тренировочных данных (train set). Обучение может означать изменение структуры модели или приспособливание каких-то численных параметров модели. В итоге получаются параметры модели, которые позволяют эффективно выполнять свои функции.

Чаще всего в рекомендательных системах используется алгоритм синхронизированной фильтрации. В качестве меры сходства можно начать с косинусной меры:

$$\text{sim}(x, y) = \cos(\vec{x}, \vec{y}) = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{\|\vec{x}\|_2 \times \|\vec{y}\|_2} = \frac{\sum_{i \in I_{xy}} r_{x,i} r_{y,i}}{\sqrt{\sum_{i \in I_{xy}} r_{x,i}^2} \sqrt{\sum_{i \in I_{xy}} r_{y,i}^2}}. \quad (3)$$

В данном случае k -ближайших соседей – это простой способ отфильтровать k пользователей с наиболее похожими вкусами, чтобы применять алгоритм синхронизированной фильтрации только к ним. Если производительность системы не позволяет для каждой из рекомендаций рассчитывать меру сходства со всеми пользователями, то в данном случае может быть использовано предварительное распределение пользователей.

В итоге, алгоритм может выглядеть следующим образом:

1. Регулярно производится распределение пользователей (раз в день / N дней).
2. Производится вычисление косинусной меры сходства только с пользователями, находящимися в том же кластере, что и рассматриваемый.
3. Из получившегося числа сходств выбирается k лучших, для которых применяется синхронизированная фильтрация.

При такой реализации нужно обратить внимание на количество кластеров и размер k – эти параметры отвечают за баланс между точностью и скоростью работы рекомендации.

Кроме того, можно хранить предрасчитанные типичные рекомендации при появлении новых пользователей, а для пользователей, которые уже имеют покупки, но не участвовали в кластеризации, можно рассчитать сначала меру сходства с центроидами, полученными в ходе работы метода k -means, таким образом определив их кластер.

Для обучения классификатора необходимо иметь обучающий набор товаров, для которых вручную заранее определены группы, с привлечением специалистов в исследуемой области. Чтобы классифицировать каждый объект тестовой выборки необходимо последовательно выполнить следующие операции:

1. Вычислить расстояние до каждого из объектов обучающей выборки.
2. Отобрать k объектов обучающей выборки, расстояние до которых минимально.

Класс классифицируемого объекта – это класс, наиболее часто встречающийся среди k ближайших соседей. Примеры, приведенные ниже, реализованы на Python. Для корректного их исполнения помимо Python должны быть установлены NumPy, PyLab и Matplotlib. Рассмотрим работу классификатора на примере.

Для вывода результата использован следующий код:

```
def shDataOnMesh (nClasses, nItemsClass, k):
    def generateTestMesh (tData):
        y_min = min( [tData[i][0][1] for i in range(len(tData))] ) - 1.0
        y_max = max( [tData[i][0][1] for i in range(len(tData))] ) + 1.0
        x_min = min( [tData[i][0][0] for i in range(len(tData))] ) - 1.0
        x_max = max( [tData[i][0][0] for i in range(len(tData))] ) + 1.0
        h = 0.05
        teX, teY = np.meshgrid(np.arange(x_min, x_max, h),
                               np.arange(y_min, y_max, h))
```

```

        return [teX, teY]
    teData      = generateData (nItemsClass, nClasses)
    teMesh      = generateTestMesh (trData)
    teMeshLabels = classKNN      (tData,      zip(teMesh[0].ravel(),
teMesh[1].ravel()), k, nClasses)
    classColormap = ListedColormap(['#FF0000', '#00FF00', '#FFFFFF'])
    teColormap = ListedColormap(['#FFAAAA', '#AAFFAA', '#AAAAAA'])
    pb.pcolormesh(teMesh[0],
                  teMesh[1],
                  np.asarray(teMeshLabels).reshape(teMesh[0].shape),
                  cmap=teColormap)
    pb.scatter([tData[i][0][0] for i in range(len(tData))],
               [tData[i][0][1] for i in range(len(tData))],
               c=[tData[i][1] for i in range(len(tData))],
               cmap=classColormap)
    pb.show()

```

Необходимо сгенерировать данные, на которых будут производиться эксперименты:

```

def generateData (nClassEl, nOfClasses):
    data = []
    for cNum in range(nOfClasses):
        centerY, centerX = random.random()*5.0, random.random()*5.0
        for rNum in range(nOfClassEl):
            random.gauss(centerY,0.5)], classNum)],
    data.append([[random.gauss(centerX,0.5),
    return data

```

Для простоты было выбрано двумерное пространство, в котором случайным образом на участке от 0 до 5 по каждой из осей выбирается местоположение математического ожидания двумерного Гауссиана со среднеквадратичным отклонением 0,5. Значение 0,5 выбрано, чтобы объекты оказались достаточно хорошо разделимыми (правило трех сигм).

Чтобы посмотреть на полученную выборку, нужно выполнить следующий код:

```

def sData (nClasses, nItemsClass):
    tData      = generateData (nItemsClass, nClasses)
    class Colormap = ListedColormap(['#FF0000', '#00FF00', '#FFFFFF'])
    pb.scatter([tData[i][0][0] for i in range(len(trainData))],
               [tData[i][0][1] for i in range(len(trainData))],
               [tData[i][1] for i in range(len(trainData))],
               nmap=classColormap)
    pb.show()
showData (3, 40)

```

Результат выполнения кода изображен на рисунке 1 (слева). Далее необходимо разбить это множество на две части: тестовая выборка и обучающая выборка.

Для этого предназначен следующий код:

```

def splitTTest (data, tPercent):
    tData = []
    teData = []
    for row in data:

```

```

    if random.random() < tPercent:
        testData.append(row)
    else:
        trainData.append(row)
return trainData, testData

```

Далее, имея обучающую выборку, можно реализовать алгоритм классификации:

```

def classKNN (trainData, testData, k, nOfClasses):
def dist (a, b):
return math.sqrt((a[0] - b[0])**2 + (a[1] - b[1])**2)
testLabels = []
for testPoint in testData:
    testDist = [ dist(testPoint, trainData[i][0]), trainData[i][1] for i in
range(len(trainData))]
    res = [0 for i in range(nOfClasses)]
    for d in sorted(testDist)[0:k]:
        res[d[1]] += 1
    testLabels.append( sorted(zip(res, range(nOfClasses)), re-
verse=True)[0][1] )
return testLabels

```

Теперь можно оценить, насколько хорошо работает классификатор. Для этого сгенерируем данные, разобьем их на тестовую и обучающую выборку, произведем классификацию объектов тестовой выборки и сравним реальное значение класса с полученным в результате классификации.

```

def calcAccuracy (nClasses, nItemsInClass, k, testPercent):
data = generateData (nItemsInClass, nClasses)
trainData, testLabels = splitTestTrain (data, testPercent)
testData = [testDataLabels[i][0] for i in range(len(testDataWithLabels))]
testLabels = classKNN (trainData, testData, k, nClasses)
print "Accuracy: ", sum([int(testLabels[i]==testDataLabels[i][1])
for i in range(len(testDataLabels))]) / float(len(testDataLabels))

```

На рис. 1 (слева) использовалось 3 класса, в каждом по 40 элементов, значение k для алгоритма равно 3.

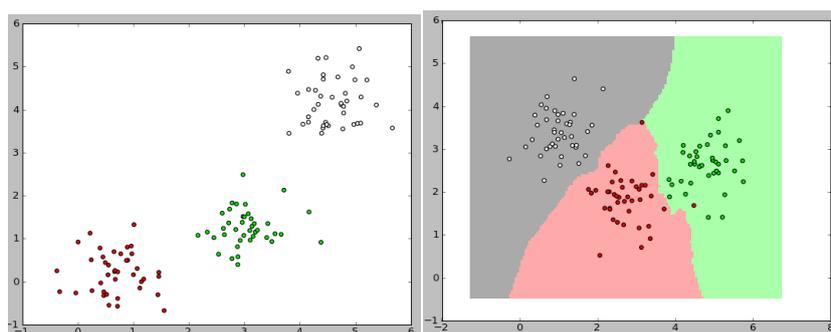


Рис. 1. Результаты генерации данных (слева) и обучения нейронной сети (справа)

Практическая значимость. При первом запуске приложения, необходимо привязать карту лояльности торговой сети. На вкладке «Карта» будет отображен QR код, который необходимо предоставить сотруднику магазина при покупке то-

варов, а на вкладке «Акции» будут отображены персональные рекомендации к покупке товаров. Мобильное приложение распространяется бесплатно, но его внедрение принесет прибыль за счет использования персонализированной рекламы и акционных товаров.

Заключение. Разработанный интеллектуальный модуль для мобильного приложения торговой сети внедрен и успешно эксплуатируется. Ранее в мобильном приложении были реализованы такие функции как, предоставление каталога товаров, поиск товара по артикулу, названию, штрих-код и номер карты лояльности, личные данные владельца карты. Каждый покупатель мог проверить на какую сумму он приобрел товары в течении прошлого и текущего месяца, выяснить какой процент от суммы покупок возвращается на карту лояльности в виде баллов, которые он может потратить.

Все пользователи видели в приложении одинаковый набор рекламных объявлений товаров и информацию о проводимых акциях. Эффективность такой рекламы была низкой, т.к. не учитывала реальные интересы покупателя, а иногда вызвала негативную реакцию. Мобильное приложение, разработка которого описана в представленной работе, успешно используется клиентами торговой сети. Рекламные блоки должны отображаться в порядке предпочтений покупателя, но не ограничиваться ими. Ранее в мобильном приложении для анализа чеков и предпочтений покупателей не использовались методы искусственного интеллекта, выполнялись стандартные расчеты с применением статистических методов.

Экспериментально доказана эффективность применения персонализированной рекламы на основе интеллектуального анализа покупательских чеков, что подтверждается увеличением объема продаж и скорости оборота во время проведения акций по определенным видам товаров.

После выхода обновленного мобильного приложения и его распространения среди покупателей, было проведено исследование, результаты которого подтвердили связь просмотра персонализированной рекламы и появления товаров в новых чеках покупателей. В следующих публикациях авторами будут представлены материалы по упомянутому исследованию. Можно утверждать, что в настоящее время актуальным является применение в разработке мобильных приложений элементов искусственного интеллекта для обработки данных и адаптации функционала под конкретного пользователя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Танкаян А.И., Лукьяненко Т.В., Крамаренко Т.А.* Информационный маркетинг в интернете как средство дополнительного канала продвижения // Экономика устойчивого развития. – 2018. – № 2 (34). – С. 338-343.
2. *Лукьяненко Т.В., Овчаров А.П., Лабинцева В.Р.* Особенности использования ORM-средства Entity Framework для разработки программных приложений, ориентированных на данные // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сб. материалов III всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 322-325.
3. *Лукьяненко Т.В., Гермоний Э.В., Лойко В.И.* Формирование портрета клиента на основе статистических данных // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сб. материалов II всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – С. 34-35.
4. *Лукьяненко Т.В., Лабинцева В.Р., Овчаров А.П.* Роль тестирования в разработке программного обеспечения // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сб. материалов I всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 398-401.
5. *Иванова Е.А., Крамаренко Т.А.* Кроссплатформенные приложения: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 165 с.

6. *Копань А.О., Крамаренко Т.А.* Сравнительная характеристика нативных, веб и гибридных мобильных приложений // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: Сб. материалов XI студенческого Международного форума. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 159-161.
7. *Омельченко Д.А., Меньшиков В.Е., Фешина Е.В.* Тенденции разработки мобильных приложений // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: Сб. материалов XII международного студенческого форума. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – С. 350-352.
8. *Филоненко М.В., Крамаренко Т.А.* Особенности использования среды Eclipse IDE для разработки мобильных приложений // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: Сб. материалов XI студенческого Международного форума. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 351-354.
9. *Зубко А.А., Крамаренко Т.А.* Разработка кроссплатформенных приложений на фреймворке QT // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: Сб. материалов XI студенческого Международного форума. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 328-330.
10. *Груммет В.А., Лисовин О.А., Фешина Е.В., Куштанок С.А.* Способы защиты мобильного приложения под Android // Наука XXI века: проблемы, перспективы и актуальные вопросы развития общества, науки и образования: Матер. международной межвузовской осенней научно-практической конференции (пгт Яблоновский, 25 сентября 2020 года). – Краснодар: Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2020. – С. 53-57.
11. *Фешина Е.В., Лукьяненко Т.В.* Применение технологии нейронных сетей и БИК-спектроскопии для определения количества вещества в производимой предприятием продукции: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 174 с.
12. *Лукьяненко Т.В., Широкова А.А.* К вопросу о совместном использовании технологий облачных вычислений и больших данных // Интеллектуальные информационные системы: Тр. Международной научно-практической конференции. В 2-х ч. – Воронеж: ВТГУ, 2018. – С. 155-157.
13. *Мотылец А.А., Фешина Е.В.* Методы реализации веб-сайта в виде мобильного приложения // Наука XXI века: проблемы, перспективы и актуальные вопросы развития общества: Матер. международной межвузовской осенней научно-практической конференции, (пгт Яблоновский, 25 сентября 2020 года). – Краснодар: Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2020. – 333 с.
14. *Филипенко С.С., Лукьяненко Т.В.* Выбор эффективного способа внедрения Web-сайта в информационное мобильное пространство // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сб. статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год. Отв. за вып. А.Г. Кошаев. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С. 604-607.
15. *Лукьяненко Т.В., Копань А.О.* Многослойные и многоуровневые системы хранения данных // Интеллектуальные информационные системы: Тр. Международной научно-практической конференции. В 2-х ч. – Воронеж: ВТГУ, 2018. – С. 75-78.
16. *Лукьяненко Т.В., Острицова В.А.* Оптимизация индексов или как повысить скорость выполнения запросов в условиях ограниченности ресурсов // Интеллектуальные информационные системы: Тр. Международной научно-практической конференции. В 2-х ч. – Воронеж: ВТГУ, 2018. – С. 108-112.
17. *Лукьяненко Т.В., Соломко Д.С.* Тенденции в использовании различных СУБД при разработке машинного обучения // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сб. статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х ч. Отв. за вып. А.Г. Кошаев. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 763-766.
18. *Крамаренко Т.А., Лукьяненко Т.В.* Методики и модели проектирования и разработки информационных систем: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 175 с.
19. *Зуев А.В., Крамаренко Т.А.* К вопросу выбора интегрированной среды разработки веб-приложений // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сб. статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Отв. за вып. А.Г. Кошаев. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С. 239-240.
20. *Щербин М.М., Ворожейкин Д.С., Крамаренко Т.А.* Обзор этапов жизненного цикла мобильного приложения // Интеллектуальные информационные системы: Тр. Международной научно-практической конференции. В 2-х ч. – Воронеж: ВТГУ, 2018. – С. 180-183.

REFERENCES

1. *Tankayan A.I., Luk'yanenko T.V., Kramarenko T.A.* Informatsionnyy marketing v internete kak sredstvo dopolnitelnogo kanala prodvizheniya [Information marketing on the Internet as a means of an additional promotion channel], *Ekonomika ustoychivogo razvitiya* [Economics of sustainable development], 2018, No. 2 (34), pp. 338-343.
2. *Luk'yanenko T.V., Ovcharov A.P., Labintseva V.R.* Osobennosti ispol'zovaniya ORM-sredstva Entity Framework dlya razrabotki programmykh prilozheniy, orientirovannykh na dannye [Features of using the Entity Framework ORM tool for developing data-oriented software applications], *Tsifrovizatsiya ekonomiki: napravleniya, metody, instrumenty: Sb. materialov III vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Digitalization of the economy: directions, methods, tools: Collection of materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference]. Krasnodar: KubGAU, 2021, pp. 322-325.
3. *Luk'yanenko T.V., Germoniy E.V., Loyko V.I.* Formirovanie portreta klienta na osnove statisticheskikh dannykh [Formation of a client's portrait based on statistical data], *Tsifrovizatsiya ekonomiki: napravleniya, metody, instrumenty: Sb. materialov II vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Digitalization of the economy: directions, methods, tools: Collection of materials of the II All-Russian Student Scientific and Practical Conference]. Krasnodar: KubGAU, 2020, pp. 34-35.
4. *Luk'yanenko T.V., Labintseva V.R., Ovcharov A.P.* Rol' testirovaniya v razrabotke programmogo obespecheniya [The role of testing in software development], *Tsifrovizatsiya ekonomiki: napravleniya, metody, instrumenty: Sb. materialov II vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Digitalization of the economy: directions, methods, tools: Collection of materials of the II All-Russian Student Scientific and Practical Conference]. Krasnodar: KubGAU, 2019, pp. 398-401.
5. *Ivanova E.A., Kramarenko T.A.* Krossplatformennyye prilozheniya: ucheb. posobie [Cross-platform applications: textbook]. Krasnodar: KubGAU, 2020, 165 p.
6. *Kopan' A.O., Kramarenko T.A.* Sravnitel'naya kharakteristika nativnykh, veb i gibridnykh mobil'nykh prilozheniy [Comparative characteristics of native, web and hybrid mobile applications], *Informatsionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Sb. materialov XI studencheskogo Mezhdunarodnogo foruma* [Information society: current state and development prospects: Collection of materials of the XI Student International Forum]. Krasnodar: KubGAU, 2018, pp. 159-161.
7. *Omel'chenko D.A., Men'shikov V.E., Feshina E.V.* Tendentsii razrabotki mobil'nykh prilozheniy [Mobile application development trends], *Informatsionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Sb. materialov XII mezhdunarodnogo studencheskogo foruma* [Information society: current state and development prospects: Collection of materials of the XII International Student Forum]. Krasnodar: KubGAU, 2019, pp. 350-352.
8. *Filonenko M.V., Kramarenko T.A.* Osobennosti ispol'zovaniya sredey Eclipse IDE dlya razrabotki mobil'nykh prilozheniy [Features of using the Eclipse IDE for developing mobile applications], *Informatsionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Sb. materialov XI studencheskogo Mezhdunarodnogo foruma* [Information society: current state and development prospects: Collection of materials of the XI Student International Forum]. Krasnodar: KubGAU, 2018, pp. 351-354.
9. *Zubko A.A., Kramarenko T.A.* Razrabotka krossplatformennykh prilozheniy na freymvroke QT [Development of cross-platform applications on the QT framework], *Informatsionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: Sb. materialov XI studencheskogo Mezhdunarodnogo foruma* [Information society: current state and development prospects: Collection of materials of the XI Student International Forum]. Krasnodar: KubGAU, 2018, pp. 328-330.
10. *Grummet V.A., Lisovin O.A., Feshina E.V., Kushtanok S.A.* Sposoby zashchity mobil'nogo prilozheniya pod Android [Ways to protect a mobile application for Android], *Nauka XXI veka: problemy, perspektivy i aktual'nye voprosy razvitiya obshchestva, nauki i obrazovaniya: Mater. mezhdunarodnoy mezhvuzovskoy osenney nauchno-prakticheskoy konferentsii (pgt Yablonovskiy, 25 sentyabrya 2020 goda)* [Science of the XXI century: problems, prospects and topical issues of the development of society, science and education. Materials of the international interuniversity autumn scientific and practical conference (Yablonovsky township, September 25, 2020)]. Krasnodar: Krasnodarskiy TSNTI – filial FGBU «REA» Minenergo Rossii, 2020, pp. 53-57.

11. *Feshina E.V., Luk'yanenko T.V.* Primenenie tekhnologii neyronnykh setey i BIK-spektroskopii dlya opredeleniya kolichestva veshchestva v proizvodimoy predpriyatiem produktsii: monografiya [Application of technology of neural networks and NIR spectroscopy to determine the amount of a substance in the products manufactured by an enterprise: monograph]. Krasnodar: KubGAU, 2021, 174 p.
12. *Luk'yanenko T.V., SHirokova A.A.* K voprosu o sovместnom ispol'zovanii tekhnologiy oblachnykh vychisleniy i bol'shikh dannykh [On the question of the joint use of cloud computing technologies and big data], *Intellektual'nye informatsionnye sistemy: Tr. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intelligent Information systems: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. In 2 part. Voronezh: VTGU, 2018, pp. 155-157.
13. *Motylets A.A., Feshina E.V.* Metody realizatsii veb-sayta v vide mobil'nogo prilozheniya [Implementing methods of a website in the mobile application form], *Nauka XXI veka: problemy, perspektivy i aktual'nye voprosy razvitiya obshchestva: Mater. mezhdunarodnoy mezhvuzovskoy osenney nauchno-prakticheskoy konferentsii (pgt Yablonovskiy, 25 sentyabrya 2020 goda)* [Science of the XXI century: problems, prospects and topical issues of the society development: Materials international. interuniversity autumn scientific and practical conference, (Yablonovsky township, September 25, 2020)]. Krasnodar: Krasnodarskiy TSNTI – filial FGBU «REA» Minenergo Rossii, 2020, 333 p.
14. *Filipenko S.S., Luk'yanenko T.V.* Vybor effektivnogo sposoba vnedreniya Web-sayta v informatsionnoe mobil'noe prostranstvo [Choosing an effective way to introduce a Web site into the information mobile space], *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sb. statey po materialam 73-y nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2017 god* [Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 73rd scientific and practical conference of students based on the results of research for 2017]. Rel. for the issue of A.G. Koshchaev. Krasnodar: KubGAU, 2018, pp. 604-607.
15. *Luk'yanenko T.V., Kopan' A.O.* Mnogosloynnye i mnogourovnevnye sistemy khraneniya dannykh [Multilayer and multilevel data storage systems], *Intellektual'nye informatsionnye sistemy: Tr. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intelligent information systems: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. In 2 part. Voronezh: VTGU, 2018, pp. 75-78.
16. *Luk'yanenko T.V., Ostritsova V.A.* Optimizatsiya indeksov ili kak povysit' skorost' vypolneniya zaprosov v usloviyakh ogranichenosti resursov [Index optimization or how to increase the speed of query execution in conditions of limited resources], *Intellektual'nye informatsionnye sistemy: Tr. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intelligent Information systems: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. In 2 part. Voronezh: VTGU, 2018, pp. 108-112.
17. *Luk'yanenko T.V., Solomko D.S.* Tendentsii v ispol'zovanii razlichnykh SUBD pri razrabotke mashinnogo obucheniya [Trends in the use of various DBMS in the development of machine learning], *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sb. statey po materialam 76-y nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2020 god* [Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students based on the results of research for 2020]. In 3 part. Ed. for the issue of A.G. Koshchaev. Krasnodar: KubGAU, 2021, pp. 763-766.
18. *Kramarenko T.A., Luk'yanenko T.V.* Metodiki i modeli proektirovaniya i razrabotki informatsionnykh sistem: monografiya [Methods and models of design and development of information systems: monograph]. Krasnodar: KubGAU, 2018, 175 p.
19. *Zuev A.V., Kramarenko T.A.* K voprosu vybora integrirovannoy sredy razrabotki veb-prilozheniy [To the question of choosing an integrated development environment for a web application], *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sb. statey po materialam KhI Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 95-letiyu Kubanskogo GAU i 80-letiyu so dnya obrazovaniya Krasnodarskogo kraya* [Scientific support of the agro-industrial complex: collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists, dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory]. Ed. for the issue A.G. Koshchaev. Krasnodar: KubGAU, 2017, pp. 239-240.

20. *Shcherbin M.M., Vorozheykin D.S., Kramarenko T.A. Obzor etapov zhiznennogo tsikla mobil'nogo prilozheniya [An overview of the stages of the mobile application life cycle], Intellektual'nye informatsionnye sistemy: Tr. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Intelligent information systems: coll. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. In 2 part. Voronezh: VGTU, 2018, pp. 180-183.*

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. Г.А. Аршинов.

Крамаренко Татьяна Анатольевна – Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина; e-mail: t_kramarenko@mail.ru; г. Краснодар, Россия; канд. пед. наук.

Фешина Елена Васильевна – e-mail: fev59@mail.ru; канд. пед. наук.

Лукьяненко Татьяна Викторовна – e-mail: tanyaluk0103@gmail.com; к.т.н.; доцент ВАК.

Kramarenko Tatyana Anatolyevna – Kuban State Agrarian University I.T. Trubilina; e-mail: t_kramarenko@mail.ru; Krasnodar, Russia; cand. of ped. sc.

Feshina Elena Vasilievna – e-mail: fev59@mail.ru; cand. of ped. sc.

Lukyanenko Tatyana Viktorovna – e-mail: tanyaluk0103@gmail.com; cand. of eng. sc.; assistant professor.