

Инженерно-технические науки

Engineering and technical sciences

DOI:10.6060/snt.20226901.0006
УДК 004.942, 336.71

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ **Балабанова Н.В., Валинурова А.А., Данилова С.В.**

Балабанова Наталья Владимировна (ORCID.ORG 0000-0002-1427-2547), Валинурова Анна Александровна (ORCID.ORG 0000-0003-4614-7879), Данилова Светлана Вадимовна (ORCID.ORG 0000-0002-7879-7713)

Ивановский государственный университет,

г. Иваново, Россия. 153025, Ивановская область, г. Иваново, ул. Ермака, д. 39.

E-mail: nvbalabanova@mail.ru, avalinurova@mail.ru, swdaniлова@mail.ru

В статье анализируется возможность применения приёмов экономико-математического моделирования для решения отдельных задач банковской деятельности. Задача линейного программирования позволяет составить математическую модель, отражающую конкретную экономическую задачу. Целевая функция составленной модели будет отражать оптимизацию имеющихся ресурсов для достижения наилучшего результата. Применение задач линейного программирования возможно в различных областях банковской деятельности, в частности, в работе рассмотрено применение данного метода для составления плана по привлечению клиентов для открытия расчётных счетов, а также решение задачи по выбору инвестиционных проектов. Обе задачи решаются с помощью надстройки Excel Поиск решения.

Ключевые слова: банковская деятельность, задача линейного программирования, банковские счета, инвестиционное решение.

APPLICATION OF THE LINEAR PROGRAMMING PROBLEM FOR SOLVING PARTICULAR BANKING PROBLEMS **Balabanova N.V., Valinurova A.A., Danilova S.V.**

Balabanova Natalia Vladimirovna (ORCID.ORG 0000-0002-1427-2547), Valinurova Anna Alexandrovna (ORCID.ORG 0000-0003-4614-7879), Danilova Svetlana Vadimovna (ORCID.ORG 0000-0002-7879-7713)

Ivanovo State University,

Ivanovo, Russia. 153025, Ivanovo region, Ivanovo, st. Ermak, 39.

E-mail: nvbalabanova@mail.ru, avalinurova@mail.ru, swdaniлова@mail.ru

The article analyzes the possibility of applying methods of economic and mathematical modeling to solve certain problems of banking activity. The linear programming problem allows you to create a mathematical model that reflects a specific economic task. The objective function of the compiled model will reflect the optimization of available resources to achieve the best result. The application of linear programming tasks is possible in various areas of banking, in particular, the paper considers the use of this method for drawing up a plan to attract customers to open current accounts, as well as solving the problem of choosing investment projects. Both tasks are solved using the Excel Solution Search add-in.

Keywords: banking, linear programming problem, bank accounts, investment solution.

Банковская деятельность представляет собой сложную систему взаимоотношений между различными сегментами кредитной организации и с внешними для неё субъектами. Часть этих взаимосвязей может быть формализована математически с помощью экономико-математических моделей, в частности, для решения оптимизационных задач при разработке маркетинговых планов по работе с клиентами, бизнес-плана по привлечению и размещению ресурсов и т.д. [1-2]

Большим потенциалом для применения в банковской деятельности обладают задачи линейного программирования, позволяющие математически обосновать выбор оптимального решения при ограниченности ресурсов, а также частный случай, когда решение задачи требует не только целочисленного, но бинарного решения, т.е. «да» или «нет», которое можно обозначить в виде «0» или «1». Интересным представляется также изучение возможностей использования подходов, реализованных в транспортной задаче для решения задач банковской деятельности.

Таким образом, основной целью работы является изучение возможностей применения экономико-математических методов и моделей на базе задачи линейного программирования (ЗЛП) для решения частных задач банковской деятельности. Для достижения данной цели требуется решить ряд задач:

- рассмотреть применение ЗЛП для оптимального формирования клиентской базы;
- изучить возможности использования ЗЛП для отбора инвестиционных проектов.

Задача линейного программирования в общем виде представляет собой установление взаимосвязи между отдельными показателями и нахождение таких их значений, которые могут позволить оптимизировать значение целевой функции. В банковской деятельности применение задач линейного программирования возможно практически в любой области, т.к. большинство банковских операций представляет собой оптимизацию использования имеющихся ресурсов для получения наибольшей прибыли [3-5]. Данные задачи в финансовой сфере имеют свою специфику, связанную с особенностями производимого продукта (услуги).

Рассмотрим применение ЗЛП для решения двух видов задач банковской деятельности.

Пример 1. Применим ЗЛП для оценки расходов трудовых и финансовых ресурсов кредитной организации на примере откры-

тия счетов клиентам. В соответствии с инструкцией ЦБ РФ от 30 мая 2014 г. N 153-И «Об открытии и закрытии банковских счетов, счетов по вкладам (депозитам), депозитных счетов» банкам разрешено открывать различные виды счетов, в том числе:

- текущие счета для расчётов физических лиц;
- расчётные счета для юридических лиц;
- прочие счета.

Для примера решения задачи рассмотрим первые два вида счетов.

Для открытия текущего счета физическому лицу - гражданину Российской Федерации в банк представляются [6]:

- а) документ, удостоверяющий личность физического лица, как правило, это паспорт, однако, в перспективе планируется, что водительское удостоверение будет иметь те же функции [7];
- б) карточка образцов подписей. Данный документ оформляется при необходимости банковскими сотрудниками;
- в) документы, подтверждающие полномочия лиц, указанных в карточке образцов подписей, на распоряжение денежными средствами, находящимися на счете, если есть такая необходимость;
- г) свидетельство о постановке на учет в налоговом органе (при наличии).

Кроме того, банк обязан провести идентификацию клиента-физического лица в порядке, предусмотренном пунктом 5.8 статьи 7 Федерального закона N 115-ФЗ.

Для открытия текущего счета физическому лицу без гражданства или с гражданством другой страны дополнительно предоставляется миграционная карта и аналогичный документ.

Банковский работник обязан:

- принять документы от клиента;
- проверить документы на подлинность;
- провести идентификацию физического лица;
- проверить его по перечню организаций и физических лиц, в отношении которых имеются сведения об их причастности к экстремистской деятельности или терроризму;
- оформить карточку образцов подписей, договор банковского счёта и прочие документы;
- завести данные о клиенте в базу данных банка;
- присвоить клиенту номер счёта;
- отправить данные банковского счёта в налоговые и иные заинтересованные органы при необходимости.

Всё это обуславливает высокие трудозатраты по данной операции, которые частично

снижаются за счёт корректно настроенной и эффективной CRM-системы.

Нормативы использования трудовых ресурсов в кредитных организациях на законодательном уровне не установлены, однако каждая организация может самостоятельно установить их внутренними документами. Для ориентира можно воспользоваться нормативами времени для проведения финансовых операций в бюджетных организациях. В частности, для оформления материалов для заключения договоров, осуществления контроля за сроками выполнения договорных обязательств предусмотрен норматив времени на 1 договор в размере 21 минуты [8]. Поскольку требования к кредитным организациям при заключении договоров строже, можем предложить увеличение норматива времени до получаса.

Относительно юридических лиц можно говорить о значительном увеличении трудоза-

трат, т.к. предоставляемый пакет документов объёмнее, и при открытии счёта необходимо учитывать множество нюансов в зависимости от типа юридического лица, его статуса, места регистрации и т.д. Алгоритм открытия расчётного счёта представлен на рисунке 1.

По трудозатратам будем ориентироваться на предложение крупнейшего банка страны открыть расчётный счёт за час [9]. Отдельно стоит остановиться на открытии расчётных счетов для предпринимателей (ИП), которые традиционно считаются для банка промежуточным звеном между физическими и юридическими лицами. Для ИП в целях проведения расчётов и платежей открывается расчётный счёт, однако, объем предоставляемых и проверяемых документов меньше, чем для юридического лица ориентировочно на 20%.

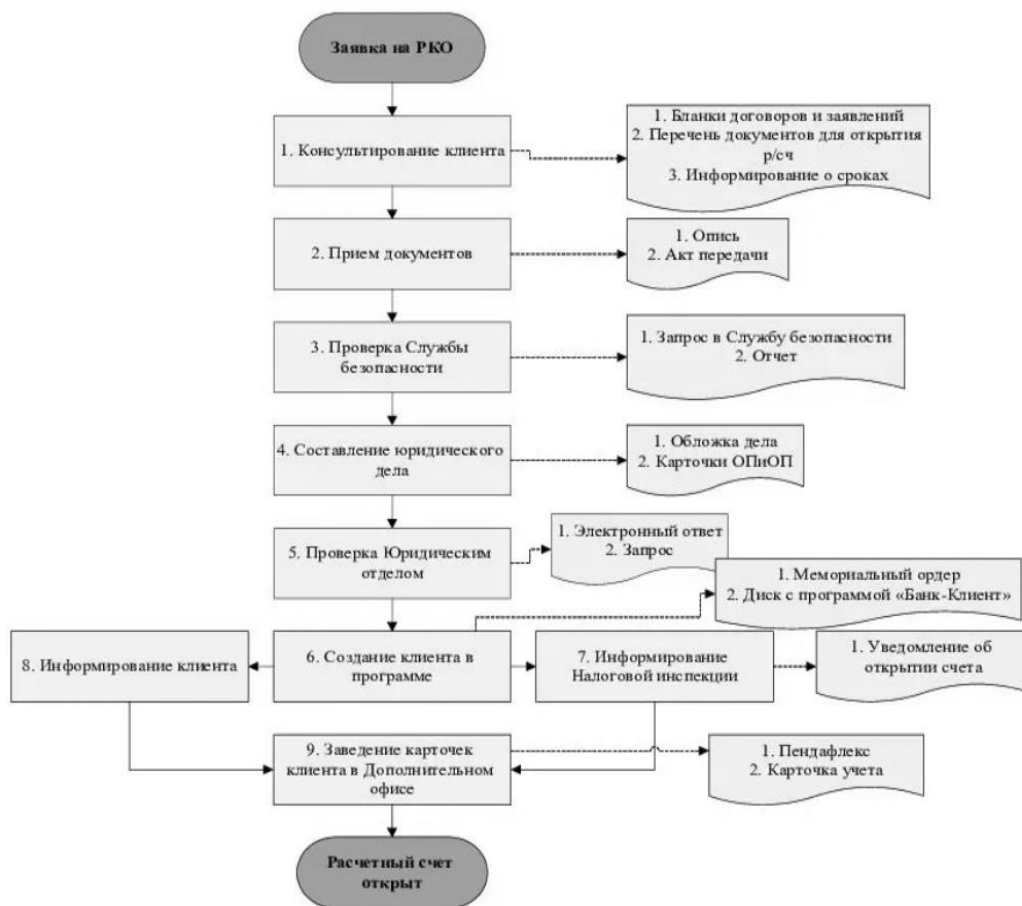


Рис. 1. Алгоритм открытия расчётного счёта юридического лица
Fig. 1. Algorithm for opening a current account of a legal entity

Таким образом, трудозатраты на открытие текущего счёта физического лица и расчётного счёта юридического лица составят 0,5 часа и 1 час соответственно. Предельный объем трудозатрат будем рассчитывать исходя из размера операционного отдела 10 человек, тогда максимальные трудозатраты будут определены как 10 чел. * 8 час/день * 5 раб. дней в неделю.

Открытие счёта любому клиенту требует от банка финансовых затрат, таких как затраты на расходные материалы (бумага, принтер), компьютерная и иная техника, организация рабочего места, проведение рекламных компаний и т.д. Такие расходы будут тем больше, чем сложнее счёт, который нужно открыть. Финансовые ресурсы у банков также ограничены, условные данные будут приведены в итоговой таблице.

Доходность операций по открытию счетов сложно оценивать однозначно, поскольку много будет зависеть от специфики самой кредитной организации. Многие банки предлагают открывать счёт без оплаты за открытие, однако, в дальнейшем клиент оплачивает либо за количество проведённых платёжных документов, либо за входящие суммы, либо за снятие сумм со счёта и т.п. Однозначно можно утверждать, что самыми доходными для банка являются счета юридических лиц, генерирующие наибольшую прибыль по причине значительных оборотов (однако, возможны исключения, речь идёт об усреднённых данных). Среднегодовая доходность одного счёта также представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Нормативы расходования ресурсов при открытии счетов клиентам
Table 1. Standards of resource expenditure when opening accounts to clients**

Ресурс	Открытие счёта физического лица	Открытие счёта ИП	Открытие счёта юридического лица	Предельный объём ресурсов отдела (10 чел.)
Трудозатраты (чел-час)	0,5	0,8	1	400
Финансовые ресурсы (тыс. руб.)	0,6	1,2	1,5	500
Доходность услуги для банка (тыс. руб./год)	7	13	17	

Определить, сколько счетов каждого вида следует открыть, чтобы обеспечить максимальный доход.

Составим математическую модель задачи. Переменными x_1 , x_2 , x_3 обозначим количество открытых счетов физических лиц, ИП и юридических лиц соответственно. Согласно условиям задачи, переменные должны быть неотрицательными, т.е. $x_1 > 0$, $x_2 > 0$, $x_3 > 0$.

Система ограничений будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} 0,5x_1 + 0,8x_2 + x_3 \leq 400 \\ 0,6x_1 + 1,2x_2 + 1,5x_3 \leq 500 \\ x_1 > 0, x_2 > 0, x_3 > 0 \end{cases}$$

Целевая функция $F(x) = 7x_1 + 13x_2 + 17x_3 \Rightarrow \max$

Кроме того, следует учитывать, что значения переменных исходя из экономического смысла должны быть целыми числами.

Найдем решение задачи средствами Excel с помощью функции *Поиск решения* (рис. 2)

При заданных условиях оптимальным решением задачи будет открытие 665 текущих счетов физических лиц и 67 расчётных счетов юридических лиц. В реальных условиях конкретного банка ограничения могут меняться, а также добавляться дополнительные.

Например, часть банковских продуктов может не приносить прибыли или быть минимально доходными, но при этом всё равно предлагаться клиентам как часть имиджевой составляющей или как сопутствующий банковский продукт. Дополнительные ограничения могут быть наложены с учётом количества счетов юридических лиц и ИП, открываемых в данном регионе, или потребностей в банковских расчётах среди физических лиц.

При заданных условиях оптимальным решением задачи будет открытие 665 текущих счетов физических лиц и 67 расчётных счетов юридических лиц.

В реальных условиях конкретного банка ограничения могут меняться, а также добавляться дополнительные.

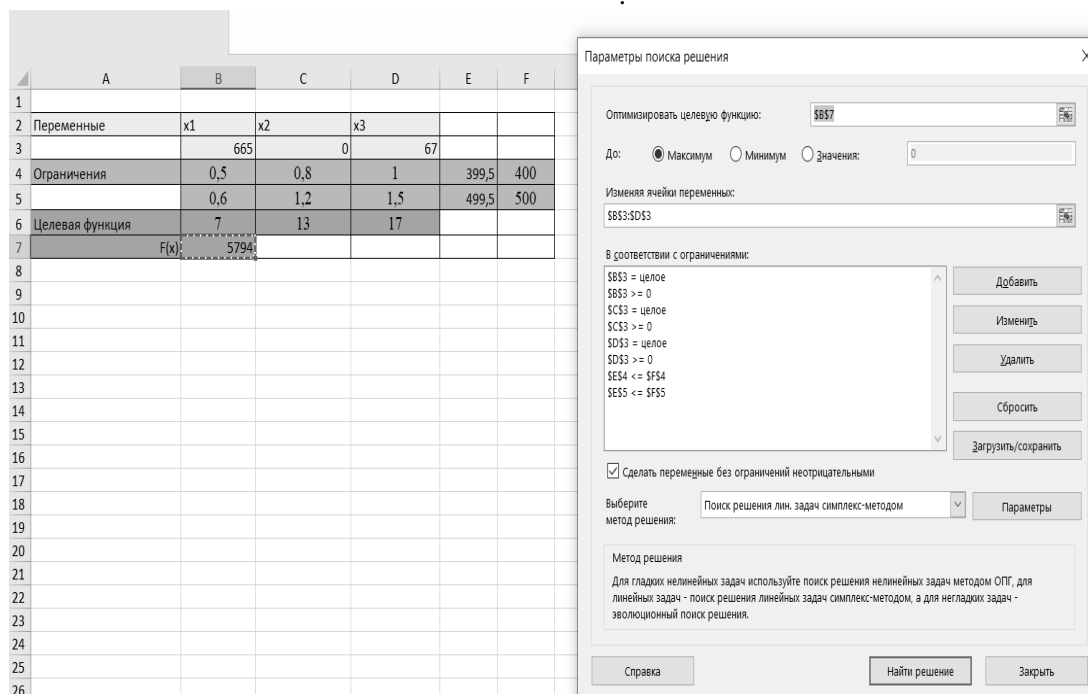


Рис. 2. Решение задачи линейного программирования средствами Excel
 Fig. 2. Solving a linear programming problem using Excel

Например, часть банковских продуктов может не приносить прибыли или быть минимально доходными, но при этом всё равно предлагаться клиентам как часть имиджевой составляющей или как сопутствующий банковский продукт. Дополнительные ограничения могут быть наложены с учётом количества счетов юридических лиц и ИП, открываемых в данном регионе, или потребностей в банковских расчётах среди физических лиц.

Отметим, что решение задачи может стать основой для составления планов по подразделению, маркетинговых программ и в целом основой стратегического планирования кредитной организации.

Таким образом, математические методы могут успешно применяться для решения частных задач банковской деятельности, которые можно формализовать для выявления простейших зависимостей. Задачу линейного программирования можно использовать также при выборе инвестиционных проектов и для обоснования решений о вложении средств.

Пример 2. Принятие инвестиционных решений в кредитной организации с помощью задачи линейного программирования.

Инвестиционному блоку кредитной организации постоянно приходится делать выбор между рядом инвестиционных проектов в условиях ограниченности ресурсов. Наряду с экономическим анализом каждого проекта необходимо проводить и анализ эффективности инвестиционного проекта и математическими методами [10].

Существует несколько показателей, на основе которых оцениваются инвестиционные проекты:

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД или NPV проекта) – представляет собой разницу между приведёнными доходами и приведёнными расходами по проекту. Как правило, проект принимается, если ЧДД > 0.
2. Индекс доходности – показатель, отличающийся от предыдущего тем, что находится не разницей между приведёнными доходами и расходами, а отношением. Соответственно, проект

считается эффективным, если индекс больше единицы.

3. Внутренняя норма доходности – показатель, отражающий ставку дисконтирования (доходности), при которой проект является безубыточным, т.е. окупает сам себя.

4. Срок окупаемости проекта.

Оценивая каждый отдельный проект, банк может принять решение о финансировании. При этом может возникнуть проблема выбора ряда проектов, которые укладываются в имеющиеся финансовые ресурсы на ряд лет вперёд. Для решения этой задачи также можно использовать подход, реализованный в задаче линейного программирования. В отличие от

предыдущего рассмотренного примера решение задачи будет принимать значения булевых переменных 1 или 0, соответственно, финансируется проект или нет. Рассмотрим, решение задачи выбора инвестиционного проекта на следующем примере.

Банку предложено для финансирования 5 инвестиционных проектов. ЧДД по всем проектам положительный, однако принять все проекты банк не может ввиду ограниченности выделенных ресурсов. В таблице представлены данные о том, сколько вложений требуется в каждый проект по годам, и данные о величине выделенных ресурсов (табл. 2).

Таблица 2

**Исходные данные для задачи о выборе инвестиционного проекта
Table 2. Initial data for the task of choosing an investment project**

№ проекта	ЧДД, у.е.	Вложения в 1-й год, у.е.	Вложения во 2-й год, у.е.	Вложения в 3-й год, у.е.
1	40	12	8	17
2	60	17	17	20
3	38	10	7	21
4	50	7	22	6
5	55	17	14	20
Выделенные средства, у.е.		54	62	70

Составим математическую модель задачи. Пусть x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 обозначают вложения в соответствующие проекты с 1 до 5, причём, каждое x_i может принимать значения только 0

(проект не финансируется) и 1 (проект финансируется).

Система ограничений будет выглядеть следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} 12x_1 + 17x_2 + 10x_3 + 7x_4 + 17x_5 \leq 54 \\ 8x_1 + 17x_2 + 7x_3 + 22x_4 + 14x_5 \leq 62 \\ 17x_1 + 20x_2 + 21x_3 + 6x_4 + 20x_5 \leq 70 \\ \left[\begin{array}{l} x_1 = 1, \\ 0. \end{array} \right. \\ \left[\begin{array}{l} x_2 = 1, \\ 0. \end{array} \right. \\ \left[\begin{array}{l} x_3 = 1, \\ 0. \end{array} \right. \\ \left[\begin{array}{l} x_4 = 1, \\ 0. \end{array} \right. \\ \left[\begin{array}{l} x_5 = 1, \\ 0. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Целевая функция $F(x) = 40x_1 + 60x_2 + 38x_3 + 50x_4 + 55x_5 \Rightarrow \max$

Для решения задачи также можно использовать функцию Excel *Поиск решения*.

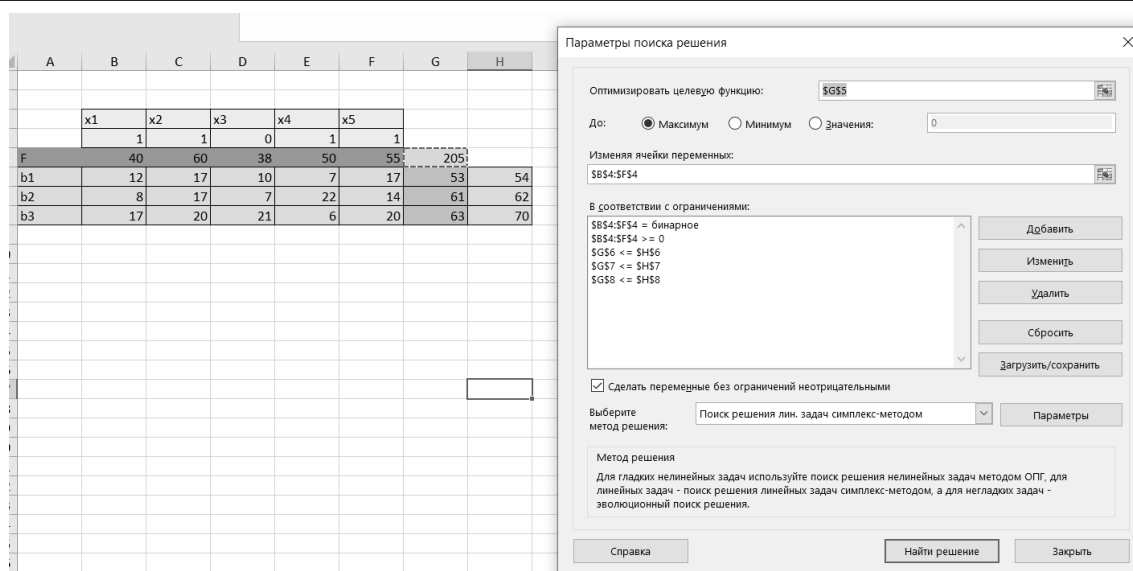


Рис. 3. Решение задачи выбора инвестиционных проектов средствами Excel
 Fig. 3. Solving the problem of choosing investment projects using Excel

При заданных условиях оптимальным для банка будет выбрать 1, 2, 4 и 5 проекты, при этом целевая функция будет достигать значения 205 единиц. В решении можно заметить, что выделенные ресурсы каждый год используются не полностью, однако, разница незначительная и не позволяет выбрать дополнительное направление вложения средств. Отметим, что в решении задач такого типа необходимо устанавливать условие о бинарности заданных переменных, что позволяет выполнить экономические условия задачи, требующие ответа да, финансировать проект, или нет, не финансировать.

Таким образом, применение методов линейного программирования позволяет оптимизировать решение частных задач, возникающих в текущей банковской деятельности; повысить уровень объективности принимаемых решений на основе беспристрастного математического аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костырин Е.В. Экономико-математическая модель управления финансовыми ресурсами коммерческого банка от открытия и ведения медицинских накопительных счетов граждан. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2021. Т. 1. № 9 (117). С. 85–92.
2. Фомина Н.В. Прикладная информационная экономика: региональный аспект: Науч. изд. Иваново: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова Ивановский филиал, 2021. 134 с.
3. Госдума приняла закон об идентификации по водительским правам

<https://www.rbc.ru/rbcfreenews/61b9df059a794724a0dfc7ee> (дата обращения 15.12.2021 г.)

3. Открыть расчётный счёт за 1 день www.sberbank.ru/ru/s_m_business/bankingservice/raschyotnyj-schyot-za-odin-den (дата обращения 16.12.2021 г.)
4. Егорычева С.Б. Моделирование оптимального портфеля инновационных проектов банка. *Экономика и банки*. 2016. № 1. С. 26–32.
5. Валинурова А.А., Смирнова Е.М., Валинуров Т.Р., Балясова Е.Д. Трансформация подходов к оценке эффективности отделения банка в условиях цифровой экономики. *Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика*. 2020. № 2 (44). С. 90–97.
6. Садовникова Н.П., Щербаков М.В. Технологии анализа данных: учеб. Пособие. ВолгГТУ. Волгоград, 2015. 64 с.
7. Валинурова А.А., Смирнова Е.М., Ксенофонтова О.Л. Интеллектуальное дистанционное банковское обслуживание и его особенности. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2021. № 2 (66). С. 16–21.
8. Типовые нормативы времени на работы по бухгалтерскому учету и финансовой деятельности в государственных (муниципальных) учреждениях. ШИФР 14.08.01 (утв. ФГБУ "НИИ ТСС" Минтруда России 07.03.2014 № 003).
9. Инструкция ЦБ РФ от 30 мая 2014 г. N 153-И «Об открытии и закрытии банковских счетов, счетов по вкладам (депозитам), депозитных счетов».

REFERENCES

1. Kostyrin E.V. An economic-mathematical model for managing the financial resources of a commercial bank from opening and maintaining medical savings accounts of citizens. *Economics and management: problems, solutions*. 2021. Vol. 1. N 9 (117). P. 85–92.
2. Fomina N.V. Applied Information Economics: Regional Aspect: Nauch. ed. Ivanovo: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "PREU" G.V. Plekhanov, Ivanovo branch, 2021. 134 p.

3. The State Duma adopted a law on identification by driver's license .

4. Open a current account in 1 day.

5. **Egorycheva S.B.** Modeling the optimal portfolio of innovative projects of the bank. *Economy and banks*. 2016. N 1. P. 26–32.

6. **Valinurova A.A., Smirnova E.M., Valinurov T.R., Balyasova E.D.** Transformation of approaches to evaluating the effectiveness of a bank branch in the digital economy. *Bulletin of the Ivanovo State University. Series: Economy*. 2020. N 2 (44). P. 90–97.

7. **Sadovnikova N.P., Shcherbakov M.V.** Data analysis technologies: textbook. Benefit. VolgGTU. Volgograd, 2015.64 p.

8. **Valinurova A.A., Smirnova E.M., Ksenofontova O.L.** Intelligent remote banking service and its features. Modern science-intensive technologies. Regional application. 2021. N 2 (66). P. 16–21.

9. Typical standards of time for work on accounting and financial activities in state (municipal) institutions. Code 14.08.01 (approved by FSBI "NII TSS" of the Ministry of Labor of Russia on 07.03.2014 N 003).

10. Instruction of the Central Bank of the Russian Federation of May 30, 2014 N 153-I "On opening and closing bank accounts, deposits (deposits), deposit accounts".