



COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES

SCIENTIFIC ELECTRONIC
LIBRARY
LIBRARY.RU

Google[™]
scholar

[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)



MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

CXV INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

Bowker[®]
 a ProQuest. affiliate

ISBN 978-1-948507-39-4

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW
OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS
OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION**

Boston. USA. July 10-11, 2026

ISBN 978-1-948507-39-4

UDC 08

**CXV INTERNATIONAL CORRESPONDENCE
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
«INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF
THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF
MODERN SCIENCE AND EDUCATION»
(Boston. USA. July 10-11, 2026)**

BOSTON. MASSACHUSETTS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA
2026

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN
SCIENCE AND EDUCATION / COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES. CXV
INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE (Boston,
USA, July 10-11, 2026). Boston. 2026**

**EDITOR: EMMA MORGAN
TECHNICAL EDITOR: ELIJAH MOORE
COVER DESIGN BY DANIEL WILSON**

**CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE: VALTSEV SERGEI
CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE:**

Abdullaev K. (PhD in Economics, Azerbaijan), *Alieva V.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Akbulaev N.* (D.Sc. in Economics, Azerbaijan), *Alikulov S.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Anan'eva E.* (D.Sc. in Philosophy, Ukraine), *Asaturova A.* (PhD in Medicine, Russian Federation), *Askarhodzhaev N.* (PhD in Biological Sc., Republic of Uzbekistan), *Bajtasov R.* (PhD in Agricultural Sc., Belarus), *Bakiko I.* (PhD in Physical Education and Sport, Ukraine), *Bahor T.* (PhD in Philology, Russian Federation), *Baulina M.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Blejh N.* (D.Sc. in Historical Sc., PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Bobrova N.A.* (Doctor of Laws, Russian Federation), *Bogomolov A.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Borodaj V.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Volkov A.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Gavrilenkova I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Garagonich V.* (D.Sc. in Historical Sc., Ukraine), *Glushhenko A.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Grinchenko V.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Gubareva T.* (PhD in Laws, Russian Federation), *Gutnikova A.* (PhD in Philology, Ukraine), *Datij A.* (Doctor of Medicine, Russian Federation), *Demchuk N.* (PhD in Economics, Ukraine), *Divnenko O.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Dmitrieva O.A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Dolenko G.* (D.Sc. in Chemistry, Russian Federation), *Esenova K.* (D.Sc. in Philology, Kazakhstan), *Zhamuldinov V.* (PhD in Laws, Kazakhstan), *Zholdoshev S.* (Doctor of Medicine, Republic of Kyrgyzstan), *Zelenkov M.YU.* (D.Sc. in Political Sc., PhD in Military Sc., Russian Federation), *Ibadov R.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Republic of Uzbekistan), *Il'inskih N.* (D.Sc. Biological, Russian Federation), *Kajrakbaev A.* (PhD in Physical and Mathematical Sciences, Kazakhstan), *Kaftaeva M.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Klinkov G.T.* (PhD in Pedagogic Sc., Bulgaria), *Koblanov Zh.* (PhD in Philology, Kazakhstan), *Kovaljov M.* (PhD in Economics, Belarus), *Kravcova T.* (PhD in Psychology, Kazakhstan), *Kuz'min S.* (D.Sc. in Geography, Russian Federation), *Kulikova E.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Kurmanbaeva M.* (D.Sc. Biological, Kazakhstan), *Kurpajanidi K.* (PhD in Economics, Republic of Uzbekistan), *Linkova-Daniels N.* (PhD in Pedagogic Sc., Australia), *Lukienko L.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Makarov A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Macarenko T.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Meimanov B.* (D.Sc. in Economics, Republic of Kyrgyzstan), *Muradov Sh.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Musaev F.* (D.Sc. in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Nabiev A.* (D.Sc. in Geoinformatics, Azerbaijan), *Nazarov R.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Naumov V.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Ovchinnikov Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Petrov V.* (D.Arts, Russian Federation), *Radkevich M.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Rakhimbekov S.* (D.Sc. in Engineering, Kazakhstan), *Rozyhodzhaeva G.* (Doctor of Medicine, Republic of Uzbekistan), *Romanenkova Yu.* (D.Arts, Ukraine), *Rubcova M.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Rumyantsev D.* (D.Sc. in Biological Sc., Russian Federation), *Samkov A.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *San'kov P.* (PhD in Engineering, Ukraine), *Selitrenikova T.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sibircev V.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Skipko T.* (D.Sc. in Economics, Ukraine), *Sopov A.* (D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Strekalov V.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Stukalenko N.M.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Kazakhstan), *Subachev Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Sulejmanov S.* (PhD in Medicine, Republic of Uzbekistan), *Trequb I.* (D.Sc. in Economics, PhD in Engineering, Russian Federation), *Uporov I.* (PhD in Laws, D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Fedos'kina L.* (PhD in Economics, Russian Federation), *Khiltukhina E.* (D.Sc. in Philosophy, Russian Federation), *Muculjan S.* (PhD in Economics, Republic of Armenia), *Chiladze G.* (Doctor of Laws, Georgia), *Shamshina I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sharipov M.* (PhD in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Shevko D.* (PhD in Engineering, Russian Federation).

**PROBLEMS OF SCIENCE
PUBLISHED WITH THE ASSISTANCE OF NON-PROFIT ORGANIZATION
«INSTITUTE OF NATIONAL IDEOLOGY»
VENUE OF THE CONFERENCE:
1 AVENUE DE LAFAYETTE, BOSTON, MA 02111, UNITED STATES
TEL. OF THE ORGANIZER OF THE CONFERENCE: +1 617 463 9319 (USA, BOSTON)
THE CONFERENCE WEBSITE:
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)**

**PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS
Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>**

Contents

CHEMICAL SCIENCES.....	4
<i>Jabbarbergenov M.J., Madenov B.D., Mamataliyev A.A., Namazov Sh.S. (Republic of Uzbekistan) TECHNOLOGY OF AMMONIUM NITRATE BASED ON AMMONIUM NITRATE MELT AND VERMICULITE / Джаббарбергенев М.Ж., Маденов Б.Д., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С. (Республика Узбекистан) ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ РАСПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ И ВЕРМИКУЛИТА</i>	<i>4</i>
<i>Ruziyeva O'M., Bozorov I.I., Mamataliyev A.A. (Republic of Uzbekistan) NPS-FERTILIZERS BASED ON AMMONIUM NITRATE, RAW PHOSPHORITE FLOUR AND PHOSPHOGYPSUM / Рузиева У.М., Бозоров И.И., Маматалиев А.А. (Республика Узбекистан) NPS-УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, РЯДОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И ФОСФОГИПСА</i>	<i>7</i>
TECHNICAL SCIENCES.....	14
<i>Chaiko V.I. (Russian Federation) A DETERMINISTIC METHOD FOR INITIALIZING THE CONNECTION WEIGHTS OF A MULTILAYER PERCEPTRON BASED ON THE AVERAGE VALUES OF THE TRAINING DATASET / Чайко В.И. (Российская Федерация) ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВ СВЯЗЕЙ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРЦЕПТРОНА НА ОСНОВЕ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ</i>	<i>14</i>
ECONOMICS.....	26
<i>Masharipov F.U. (Republic of Uzbekistan) ECONOMETRIC ASSESSMENT OF THE DETERMINANTS OF FORMAL OVERSEAS EMPLOYMENT OF UZBEK LABOUR MIGRANTS / Машарипов Ф.У. (Республика Узбекистан) ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОФИЦИАЛЬНОЕ ТРУДОУСТРОЙСТВО УЗБЕКСКИХ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ ЗА РУБЕЖОМ.....</i>	<i>26</i>
<i>Botasheva L.S., Tekeeva Z.O. (Russian Federation) INDIVIDUAL ASPECTS OF INTERNAL CONTROL OF DIRECT COSTS IN AN ORGANIZATION / Боташева Л.С., Текеева З.О. (Российская Федерация) ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ПРЯМЫХ РАСХОДОВ В ОРГАНИЗАЦИИ</i>	<i>31</i>
<i>Sulaymanov A.I. (Republic of Uzbekistan) A FINANCIAL-ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR ATTRACTING LONG-TERM BANK FUNDING THROUGH THE TASHKENT INTERNATIONAL FINANCIAL CENTRE / Сулайманов А.И. (Республика Узбекистан) ФИНАНСОВО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ БАНКАМИ ДОЛГОСРОЧНЫХ РЕСУРСОВ ЧЕРЕЗ ТАШКЕНТСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФИНАНСОВЫЙ ЦЕНТР</i>	<i>34</i>
<i>Turaeva E.F. (Republic of Uzbekistan) A MULTI-CRITERION FRAMEWORK FOR ASSESSING NON-STANDARD EMPLOYMENT IN THE DIGITAL ECONOMY: EVIDENCE FROM UZBEKISTAN / Тураева Э.Ф. (Республика Узбекистан) МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НЕСТАНДАРТНОЙ ЗАНЯТОСТИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ОПЫТ УЗБЕКИСТАНА</i>	<i>39</i>
<i>Korneychuk M.L. (Russian Federation) THE ROLE OF FINANCIAL LITERACY IN SHAPING THE SAVINGS BEHAVIOR OF YOUNG PEOPLE / Корнейчук М.Л. (Российская Федерация) РОЛЬ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ СБЕРЕГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДЕЖИ</i>	<i>42</i>

TECHNOLOGY OF AMMONIUM NITRATE BASED ON AMMONIUM NITRATE MELT AND VERMICULITE

Jabbarbergenov M.J.¹, Madenov B.D.², Mamataliyev A.A.³, Namazov Sh.S.⁴
(Republic of Uzbekistan)

¹Jabbarbergenov Madiyar Jollibayevich - Basic doctoral student (PhD),

²Madenov Berdimurat Dauletmuratovich - Head of the Department of Chemical Technology, Candidate of Technical SCIENCES (PHD), ASSOCIATE PROFESSOR,
KORAKALPOK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER BERDAKH,
NUKUS, REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN,

³Mamataliyev Abdurasul Abdulmalikovich – Doctor of technical sciences, professor, Chief Researcher,

⁴Namazov Shafaat Sattarovich – Professor, doctor of technical sciences, academician, Head of laboratory,
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY, ACADEMY OF SCIENCES OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: This study investigates a resource-saving technology for producing a complex nitrogen fertilizer by introducing locally sourced vermiculite into an ammonium nitrate melt at AN:VK mass ratios of 100:(5-45). Vermiculite, found in substantial reserves at the Tebinbulak deposit in the Republic of Uzbekistan, was mechanically processed, added to the melt at 170-175 °C, and granulated, after which the chemical composition and physico-mechanical properties of the resulting granules were determined. Increasing the vermiculite content reduced the nitrogen content of the fertilizer from 32.74% to 23.08%, while raising the levels of potassium, calcium, magnesium, and sodium. The mechanical strength of the granules increased from 2.93 to 10.33 MPa, and the dissolution time in water extended from 72.4 to 148.942 minutes – roughly three times slower than for fertilizer stabilized with magnesite. The findings indicate that vermiculite is an effective, low-cost additive for enhancing the strength, moisture resistance, and controlled-release properties of ammonium nitrate-based fertilizers while simultaneously enriching them with valuable plant nutrients.

Keywords: ammonium nitrate, vermiculite, complex nitrogen fertilizer, granule mechanical strength, anti-caking additive, controlled dissolution rate, mineral additive, Tebinbulak deposit.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ РАСПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ И ВЕРМИКУЛИТА

Джаббарбергенов М.Ж.¹, Маденов Б.Д.², Маматалиев А.А.³,
Намазов Ш.С.⁴ (Республика Узбекистан)

¹Джаббарбергенов Мадияр Джоллибаевич - базовый докторант (PhD),

²Маденов Бердимурат Даулетмуратович - заведующий кафедрой химической технологии, кандидат технических наук, доцент,
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха,

г. Нукус, Республика Каракалпакстан,

³Маматалиев Абдуракул Абдумаликович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,

⁴Намазов Шафаат Саттарович – профессор, доктор технических наук, академик, заведующий лабораторией,

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в данной работе исследуется ресурсосберегающая технология получения комплексного азотного удобрения путем введения вермикулита местного производства в

расплав аммиачной селитры в массовом соотношении AN:VK, равном 100:(5-45). Вермикулит, обнаруженный в значительных запасах на месторождении Тебинбулак в Республике Узбекистан, был подвергнут механической обработке, добавлен в расплав при температуре 170-175 °C и гранулирован, после чего был определен химический состав и физико-механические свойства полученных гранул. Увеличение содержания вермикулита снизило содержание азота в удобрении с 32,74% до 23,08%, одновременно повысив содержание калия, кальция, магния и натрия. Механическая прочность гранул увеличилась с 2,93 до 10,33 МПа, а время растворения в воде увеличилось с 72,4 до 148,942 минут – примерно в три раза медленнее, чем у удобрений, стабилизированных магнезитом. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вермикулит является эффективной и недорогой добавкой для повышения прочности, влагостойкости и контролируемого высвобождения удобрений на основе аммиачной селитры, одновременно обогащая их ценными питательными веществами для растений.

Ключевые слова: аммиачная селитра, вермикулит, комплексное азотное удобрение, механическая прочность гранул, противослаивающаяся добавка, регулируемая скорость растворения, минеральная добавка, Тебинбулакское месторождение.

Introduction. In the context of a steadily growing global population, ensuring food security is achieved through the intensification of agriculture, specifically through its chemicalization. The application of mineral fertilizers accounts for an average increase of 40-50% in crop yields. Nitrogen, phosphorus, and potassium serve as the primary nutritional elements for plants. Ammonium Nitrate (AN) is one of the most essential nitrogen fertilizers, produced both for domestic consumption and for export. Currently, a critical task is the improvement of the commercial properties of AN, specifically the elimination of its caking tendency and explosive hazards. To this end, active scientific research is being conducted to select highly effective additives that reduce caking while enhancing granule strength and thermal stability. Globally, there are numerous developments and technologies focused on enriching ammonium nitrate with substances that ensure its safety and enhance its beneficial properties for the soil. The incorporation of nutritional elements into ammonium nitrate specifically phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and micronutrients serves to improve the fertilizer's physicochemical and consumer properties while simultaneously increasing its agrochemical efficiency. While natural minerals such as bentonite, glauconite, and phosphorite are commonly utilized, it is considered expedient to study the modification of ammonium nitrate by adding vermiculite, a promising yet under-researched mineral.

Vermiculite is a natural mineral with a layered structure, characterized by high porosity and thermal resistance. The introduction of vermiculite into the ammonium nitrate melt yields the following results:

- Increases the mechanical strength of the granular product.
- Reduces the moisture absorption rate (imparting hydrophobic properties).
- Extends the dissolution period of the fertilizer in the soil, thereby reducing the leaching of nutrients.

In order to reduce the cost of the fertilizer and develop a resource-saving technology, we focused on improving the commercial properties of ammonium nitrate by incorporating locally sourced vermiculite-processed via mechanical methods-directly into the ammonium nitrate melt. In the Republic of Uzbekistan, significant reserves of vermiculite are located at the Tebinbulak deposit, situated 16 km northwest of Karatau village in the Kara-uzak district near the city of Nukus. The total reserves are estimated at 1332620 tons. We determined to investigate the process, composition, and specific properties of complex nitrogen fertilizers with enhanced commercial characteristics by incorporating processed vermiculite (VK) into ammonium nitrate melt at mass ratios of AS: VK = 100:(5-45).

Materials and Methods. Laboratory experiments were conducted as follows: first, a specific weight of ammonium nitrate (AN) was placed in a stainless steel beaker and melted using an

electric furnace. Subsequently, processed vermiculite was added to the AN melt in weight ratios of AN: VK = 100:(5–45). The vermiculite-nitrate mixture was stirred at a temperature of 170-175°C for 10 minutes and then poured into a granulator with a nozzle pore size of 1.2 mm. Starting from the 10th floor of the building, pressure was applied to the upper part of the granulator using a standard manual pump to spray the melt downward. Due to contact with cold air during the fall, granules with a size of 1–5 mm were formed and collected on a plastic film spread on the ground floor. The granules prepared in this manner were collected, and their composition and specific properties were determined using established analytical methods.

Results. It was observed that as the mass fraction of VK added to the AN melt increases, the nitrogen content in the compound fertilizer decreases from 32.74% to 23.08%. Conversely, the concentration of essential plant nutrients specifically potassium, calcium, magnesium, and sodium was found to increase accordingly: potassium from 0.257% to 1.706%, calcium from 0.816% to 4.897%, magnesium from 0.499% to 1.502%, and sodium from 0.109% to 0.739%. It was further observed that increasing the mass fraction of VK from 5 g to 45 g per 100 g of ammonium nitrate melt led to an increase in the mechanical strength of the compound nitrogen fertilizer granules from 2.93 to 10.33 MPa, and an extension of the total dissolution time in water from 72.4 to 148.942 minutes. For comparison, these figures stand at 1.60 MPa and 48.60 minutes for magnesite-stabilized AN granules.

Discussion. Thus, increasing the mass fraction of VK significantly enhances the strength of the compound nitrogen fertilizer granules and has a positive effect on reducing granule porosity and diesel oil absorption. Furthermore, it was determined that the AN granules with the studied VK additive dissolve in water much more slowly (approximately 3 times slower) than those with magnesite additives; the presence of VK in the nitrate ensures the gradual release of nitrogen from the granules. This effect is consistent with the layered, highly porous structure of vermiculite described above, which restricts moisture penetration into the granule and thereby slows nutrient leaching, supporting its use as a means of improving the agrochemical efficiency of ammonium nitrate-based fertilizers.

Conclusion. The incorporation of locally available vermiculite into ammonium nitrate melt at AN:VK mass ratios of 100:(5-45) is a practical, resource-saving way to obtain a complex nitrogen fertilizer with improved commercial properties. The resulting granules combine higher mechanical strength and slower, more controlled dissolution with additional plant-available potassium, calcium, magnesium, and sodium, making vermiculite a promising local additive for further development of anti-caking, agrochemically enhanced ammonium nitrate-based fertilizers.

References / Список литературы

1. *Турдалиев У.М.* Технология получения неслёживающейся и взрывобезопасной аммиачной селитры на основе её плава и бентонитовых глин. Диссертационная работа Ташкент -2018 с.4
2. *Усманов К.П.* Модифицирование аммиачной селитры неорганическими кремнийсодержащими соединениями Диссертационная работа Москва -2013 с.5
3. *Chernyshov A.K., Levin B.V., Tugolukov A.V., Ogarkov A.A., Ilyin V.A.* Ammonium nitrate: properties, production, application // Moscow. ZAO INFOHIM. – 2009. – 544 p
4. *Чернышев А.К., Левин Б.В.* Конвисар. Аммиачная селитра и удобрения на её основе. М Химия, 2003-246 с.
5. *Volkova A.V.* Mineral fertilizers market - 2019 // National Research University Higher School of Economics Development Center. – 2019. – 52 p.

NPS-FERTILIZERS BASED ON AMMONIUM NITRATE, RAW PHOSPHORITE FLOUR AND PHOSPHOGYPSUM

Ruziyeva O'.M.¹, Bozorov I.I.², Mamataliyev A.A.³ (Republic of Uzbekistan)

¹Ruziyeva O'g'iloy Mamatraimovna – Basic doctoral student (PhD),

²Bozorov Ikrom Iskandarovich – Acting Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),

DENOV INSTITUTE OF ENTREPRENEURSHIP AND PEDAGOGY, DENAU,

³Mamataliyev Abdurasul Abdumalikovich – Main Scientific Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor,

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN, TASHKENT,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: In this scientific study, the process of obtaining samples of granular complex nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizers was investigated by introducing phosphorite flour (PhF) from the “Kyzylkum” deposit (Navoi) and the technogenic waste phosphogypsum (PG) into the melt of ammonium nitrate (AN). The mass ratio of AN : PhF ranged from 80 : 15 to 98 : 1. Phosphogypsum (PG) was added in amounts of 1, 3, and 5% of the total mass of the AN and PhF mixture. The melt of the fertilizer samples was granulated using the prilling method in a tower-type granulation unit. The chemical composition and granule strength of ammonium nitrate samples containing PhF and PG additives obtained by this method were determined. It was found that with an increase in the amount of PhF and PG introduced into the ammonium nitrate melt, the total nitrogen content (N) in the product decreased from 34.1% to 28.0%. However, at the same time, the contents of phosphorus, sulfur, and calcium increased from 0.192% to 2.739%, from 0.52% to 2.67%, and from 0.82% to 8.97%, respectively. At the studied mass ratios of AN : PhF : PG, the strength of fertilizer granules increased from 4.11 to 10.28 MPa. The high strength of ammonium nitrate granules containing PhF and PG indicates their improved thermal stability.

Keywords: ammonium nitrate, phosphate rock, phosphogypsum, decarbonization, chemical composition and strength of granules.

NPS-УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, РЯДОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И ФОСФОГИПСА

Рузиева У.М.¹, Бозоров И.И.², Маматалиев А.А.³
(Республика Узбекистан)

¹Рузиева Угиллой Маматраимовна – базовый докторант,

²Бозоров Икром Искандарович – исполняющий обязанности доцента, доктор философии по техническим наукам (PhD),

Институт предпринимательства и педагогики им. Денова, г. Денау

³Маматалиев Абдурасул Абдумаликович – главный научный сотрудник, докторант, доктор технических наук, профессор,

Институт общей и неорганической химии АН РУз, г. Ташкент,
Республика Узбекистан

Аннотация: в данной научной работе исследован процесс получения образцов гранулированного комплексного азотнофосфорносерного удобрения путем добавления фосфоритного мук (ФМ) месторождения “Кызылкум” (Навои) и техногенного отхода фосфогипса (ФГ) к плаву аммиачной селитры (АС) при массовом соотношении АС : ФМ от 80 : 15 до 98 : 1. А фосфогипс добавляли в количестве 1, 3 и 5% от общей массы смеси АС и ФМ. Расплав образцов удобрений гранулировались методом прилирования в грануляционном устройстве башенного типа. Определены состав и прочность гранул образцов АС с добавкой ФИ и ФГ, полученных таким способом. При увеличении количества

ФМ и ФГ, входящего в плава АС снижается количество $N_{\text{общ}}$ в продукте с 34.1% до 28.0%, но с другой стороны показано, что количество фосфора, сера и кальция увеличивается с 0,192 до 2.739%, с 0,52 до 2.67% и с 0,82% до 8.97% соответственно. При исследованных соотношениях АС : ФМ : ФГ прочность гранул продукта увеличивается от 4.11 до 10.28 МПа. Высокая прочность гранул ФМ и ФГ содержащей аммиачной селитры свидетельствует о её термической стабильности.

Ключевые слова: аммиачная селитра, фосфоритовая мука, фосфогипс, декарбонизация, химический состав и прочность гранул.

Introduction. Ammonium nitrate (AN – NH_4NO_3) is one of the most widely produced nitrogen fertilizers in the world, and its agrochemical effectiveness becomes evident very rapidly when applied to various soil types and agricultural crops. Therefore, ammonium nitrate is also referred to as a universal and highly concentrated nitrogen fertilizer. According to data from the International Fertilizer Association (2007), its global production capacity reached 43 million tons per year. In Uzbekistan, approximately 2 million tons of AN are produced annually at the joint-stock companies Maxam-Chirchiq, Navoiyazot, and Farg'onaazot. However, AN has two significant drawbacks. The first is the caking tendency of AN granules packed in polyethylene bags during storage, which leads to the formation of a monolithic mass. The second drawback is its high explosion hazard [1]. The problem of caking of ammonium nitrate granules has been partially solved by introducing various inorganic modifying additives into its composition, such as ammonium or magnesium sulfate, sulfate-phosphate, sulfate-phosphate-borate, caustic magnesite, or brucite [2].

However, the issue of its explosive hazard still remains unresolved. This is because NH_4NO_3 can exhibit reducing properties in the presence of strong oxidizing agents, and oxidizing properties in the presence of strong reducing agents. Currently, ammonium nitrate producers are facing an urgent challenge: the need to develop nitrogen fertilizers based on AN that retain high agrochemical efficiency, increase the mechanical strength of granules, and exhibit greater resistance to external influences, thereby reducing the risk of explosion. According to technical and scientific literature as well as patent materials, the following compounds can be cited as inorganic additives capable of reducing the explosive properties of ammonium nitrate: Carbonate-containing compounds obtained from natural sources or processing (limestone, dolomite mineral, calcium carbonate, chalk); Potassium-containing compounds (potassium chloride, potassium sulfate); Inorganic compounds containing the ammonium cation, such as ammonium sulfate, ammonium ortho- and polyphosphates; Ballast materials that improve the rheological properties and mechanical dilution of ammonium nitrate, including natural gypsum, phosphogypsum, gypsum, and other inorganic substances [3].

At the Russian enterprises Kemerovo "Azot", Kirovo-Chepetsk Chemical Combine, Rossosh "Minudobreniya", and Novgorod "Acron" Joint-Stock Companies, the production of thermally stabilized ammonium nitrate has been established by introducing phosphorus-containing inorganic additives (phosphoric acid or mono- and polyammonium phosphates) into the composition of ammonium nitrate [4, 5]. The main disadvantages of this method include corrosion caused by fluorine contained in phosphoric acid, as well as blockage of equipment pipelines due to the precipitation of iron, aluminum, magnesium, and calcium salts.

In 2002, at OJSC "Cherepovets Azot", the industrial production of a granulated complex nitrogen-phosphate fertilizer (NPF) containing 32.3% nitrogen and 5.2% phosphorus was introduced. This product was obtained by adding a liquid complex fertilizer based on superphosphoric acid containing mono- and polyammonium phosphates to the AN-melt [6, 7]. Although this method reduces the explosive hazard of AN, it has certain disadvantages. During the mixing of the liquid complex fertilizer with AN, precipitates are formed, which causes difficulties during the evaporation and granulation stages of the process. In addition, phosphoric acid is not produced in Uzbekistan. Therefore, the search for suitable phosphorus-containing raw materials for the thermal stabilization of AN is ongoing. Therefore, in 2007, at JSC "Navoiyazot" located in the Navoi region of Uzbekistan, the production of nitrogen-phosphate fertilizer (NPF) was introduced.

This fertilizer was obtained by adding Kyzylkum phosphorite flour to the ammonium nitrate melt and granulating the resulting phosphate-nitrate melt using the prilling (spraying) method from a tower. According to the approved technical specification (TS 6.1-00203849-111:2007) for the production of NPF, the obtained complex nitrogen-phosphorus fertilizer contains 22-28% nitrogen and 1-6% phosphorus. In 2011, 110.6 thousand tons of NPF were produced [8-10].

Compounds containing ballast materials (natural gypsum and phosphogypsum) are also considered promising for improving the consumer properties of AN [11-14]. In these studies, a technology for producing thermally stabilized nitrogen fertilizers based on AN was developed by introducing phosphogypsum dihydrate, hemihydrate, and natural gypsum into the AN-melt. Modified AN with gypsum additives exhibits significantly higher thermal stability compared with “pure” AN without additives. In particular, the activation energy for pure AN was determined to be 160 kJ/mol, whereas for AN containing phosphogypsum additives the maximum value reached 240 kJ/mol.

Objects and methods of research. In laboratory conditions, we decided to investigate the process of producing nitrogen-phosphorus-sulfur-containing fertilizers by simultaneously introducing two promising additives into the AN-melt: Central Kyzylkum phosphorite flour (PhF) and phosphogypsum (PG), which is a technogenic waste generated during the production of extraction phosphoric acid at JSC “Ammofos-Maksam.” Approximately 80 million tons of phosphogypsum waste have accumulated within the territory of JSC “Ammofos-Maksam.” This PG exists mainly in the form of calcium sulfate dihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and contains 18-20% moisture, therefore it was first thoroughly dried. After that, its chemical composition was determined.

The results showed that PG contains 1.59% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}}$, including 1.48% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ava}}$ and 1.12% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ws}}$; 37.47% CaO_{tot} , including 19.08% CaO_{ava} and 11.26% CaO_{ws} ; and 54.49% $\text{SO}_{3\text{tot}}$, including 27.40% $\text{SO}_{3\text{ava}}$ and 16.88% $\text{SO}_{3\text{ws}}$.

This PG exists in the form of calcium sulfate dihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and contains 18-20% moisture, therefore it was first thoroughly dried. Subsequently, its chemical composition was determined and found to be as follows: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}}$ – 1.59%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ava}}$ – 1.48%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ws}}$ – 1.12%; CaO_{tot} – 37.47%; CaO_{ava} – 19.08%; CaO_{ws} – 11.26%; $\text{SO}_{3\text{tot}}$ – 54.49%; $\text{SO}_{3\text{ava}}$ – 27.40%; $\text{SO}_{3\text{ws}}$ – 16.88%.

The PhF had the following chemical composition (wt.%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}}$ – 17.76; CaO_{tot} – 47.51; MgO – 1.79; CO_2 – 17.02; Fe_2O_3 – 0.73; Al_2O_3 – 0.95; insoluble residue – 5.27; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ava}}$ – 3.15; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ava}}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{tot}} = 17.74$. The particle size distribution was as follows: (+1 mm) - 1.8%; (–1+0.63 mm) - 3.4%; (–0.63+0.4 mm) - 7.4%; (–0.4+0.315 mm) - 11.3%; (–0.315+0.25 mm) - 4.4%; (–0.25+0.16 mm) - 2.4%; (–0.16+0.1 mm) - 18.4%; (–0.1+0.05 mm) - 8.8%; (–0.05 mm) - 2.5%. In order to ensure effective filling of pores and microcracks in the granules of “pure” grade NH_4NO_3 , both PF and PG were preliminarily ground to a particle size of 0.25 mm. The laboratory experimental studies were carried out as follows. First, a pre-weighed amount of “pure” grade NH_4NO_3 was placed into a metal cup reactor and melted at a temperature of 170°C using an electric heater PhF was added to the AN-melt in such an amount that the AN : PhF ratio in the mixture varied from 98 : 1 to 80 : 15. PG was then introduced in amounts of 1, 3, and 5% of the total mass of the AN and PhF mixture. At a temperature range of 165-170°C, the resulting phosphate-gypsum-nitrate melt was thoroughly mixed for 10 minutes, after which it was poured into the granulator. The granulator consisted of a stainless-steel cylindrical vessel with a perforated bottom plate having holes with a diameter of 1.2 mm. Pressure was created in its upper part using a manual pump, and the melt was sprayed from the 11th floor of the building onto a polyethylene film spread on the ground. The granules obtained by the prilling method were cooled, and the commercial fraction of 2-3 mm was separated using a sieve. The mechanical strength of the fertilizer granules was determined according to GOST 21560.2-82 [15]. After that, the nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizers were ground and their chemical composition was analyzed. The total nitrogen content in the products was determined by the Kjeldahl method [16], the SO_3^{2-} ion content by the gravimetric method, the various forms of P_2O_5 by the differential method, and the various forms of CaO by the complexometric method [17]. The CO_2 content was determined volumetrically by the

decomposition of carbonates with hydrochloric acid. The degree of decarbonization of the raw materials was calculated based on the change in the CO₂ content.

The results are presented in Tables 1 and 2 and in Figure 1.

Results and their discussion. As can be seen from Table 1, when the AN is mixed with phosphorite flour from the Kyzylkum deposit, activation of the latter occurs, i.e., the conversion of non-available P₂O₅ into forms available for plant uptake. If the relative content of citric acid-soluble P₂O_{5ava.} in the initial phosphorite flour was 17.74%, then in the obtained products this value ranges from 68.28 to 89.96%, depending on the ratio of the components used. With an increase in the amounts of phosphorite flour and phosphogypsum introduced into the AN melt from 1 to 15 g and from 1 to 5 g, respectively, per 80-98 g of AN, the total nitrogen content in the fertilizer decreases from 34.1 to 28.0%. At the same time, the contents of P₂O_{5tot.} and SO_{3tot.} increase from 0.195 to 2.739% and from 0.52 to 2.67%, respectively. The relative contents of citric acid-soluble forms of P₂O₅ and CaO decrease from 89.96 to 68.28% and from 92.79 to 71.85%, respectively. The values of the relative contents of available forms of P₂O₅, SO₃, and CaO indicate that the gypsum-phosphate component in ammonium nitrate can be considered a highly effective nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizer. Such NPS-fertilizers can be applied on various soil types and for all agricultural crops.

Table 1. Chemical composition of NPS-fertilizers obtained based on ammonium nitrate melt, phosphorite flour and phosphogypsum.

Mass ratio AN : PhF	PG content in mixture, %	Component content, wt. %				P ₂ O _{5ava.} /P ₂ O _{5tot.} citric acid, %	CaO _{ava.} /CaO _{tot.} citric acid, %	CaO _{ws.} /CaO _{tot.} %
		N	P ₂ O _{5tot.}	SO ₃	CaO _{tot.}			
98 : 1	1	34.1	0.192	0.52	0.82	89.96	92.79	52.76
96 : 1	3	33.4	0.223	1.61	1.57	89.69	92.64	55.18
94 : 1	5	32.7	0.255	2.68	2.32	89.35	92.35	60.25
96 : 3	1	33.4	0.546	0.53	1.80	84.86	88.80	46.53
94 : 3	3	32.6	0.578	1.62	2.53	84.62	88.58	50.81
92 : 3	5	32.1	0.609	2.69	3.26	84.43	88.12	53.12
94 : 5	1	32.7	0.901	0.52	2.72	82.78	84.95	38.69
92 : 5	3	32.1	0.931	1.61	3.46	82.63	84.72	43.53
90 : 5	5	31.3	0.965	2.68	4.23	82.30	84.41	49.16
92 : 7	1	32.0	1.256	0.51	3.68	78.83	81.86	31.75
90 : 7	3	31.3	1.287	1.61	4.41	78.67	81.34	35.68
88 : 7	5	30.6	1.319	2.69	5.17	78.46	80.97	40.51
89 : 10	1	31.0	1.788	0.52	5.09	73.88	78.80	26.39
87 : 10	3	30.4	1.821	1.61	5.85	73.55	78.42	31.45
85 : 10	5	29.6	1.852	2.68	6.59	73.14	78.16	35.84
84 : 15	1	29.3	2.674	0.53	7.48	69.23	72.79	19.57
82 : 15	3	28.5	2.707	1.60	8.23	68.96	72.24	24.26
80 : 15	5	28.0	2.739	2.67	8.97	68.28	71.85	28.45

The appearance of the water-soluble form of CaO in the products indicates that, due to its acidic nature, ammonium nitrate at elevated temperatures partially decomposes calcium carbonate present in the phosphorite flour, resulting in the formation of calcium nitrate:

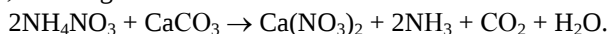


Fig. shows the dependence of the degree of decarbonization of PhF from the Kyzylkum deposit and PG on the mass ratio of AN : PhF : PG in the melt.

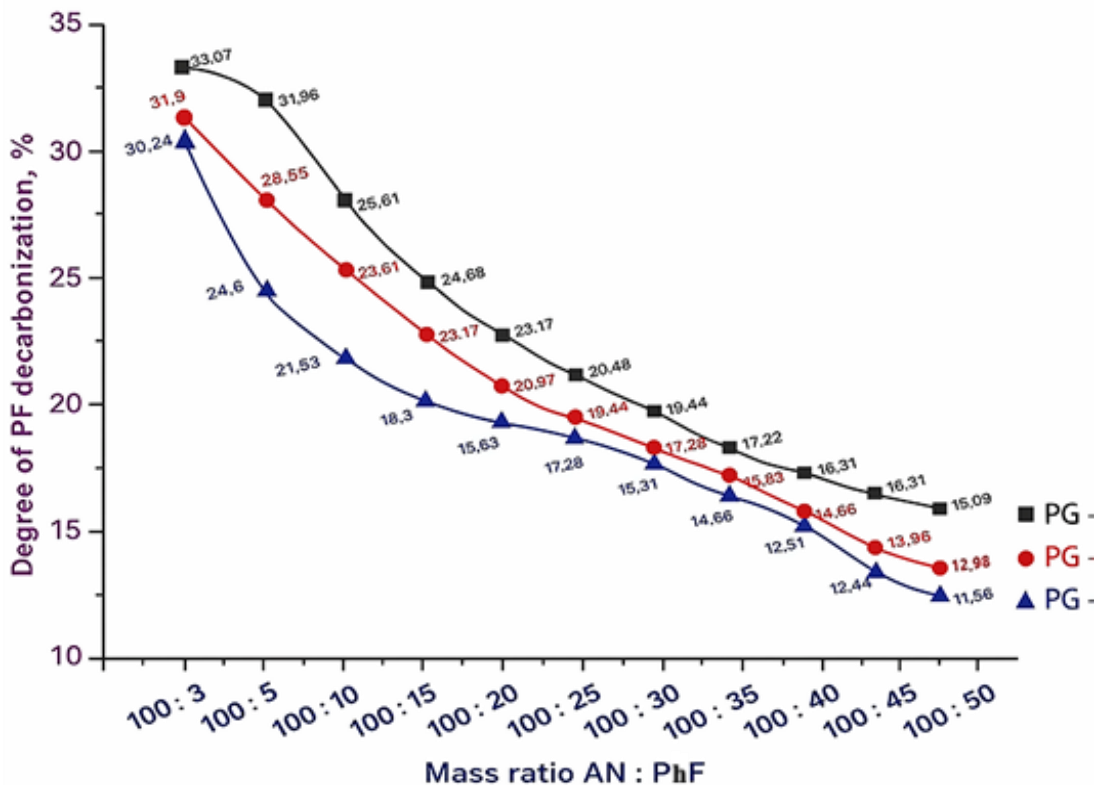


Fig. 1. Degree of decarbonization of phosphate raw materials as a function of the AN : PhF : PG ratio.

The essence of the activation of PhF and PG by the AN melt lies in the destruction of the structure of the gypsum-phosphate-containing mineral, namely the deformation of its crystal lattice without decomposition. As a result, the relative content of plant-available forms of P_2O_5 and CaO in the fertilizer increases. The partial decomposition of $CaCO_3$ with the release of gaseous products also contributes to the deformation of the crystal lattice of the phosphate mineral. Table 2 presents the values of the mechanical strength of nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizer granules depending on the mass ratio of ammonium nitrate melt, phosphorite flour from the Kyzylkum deposit, and phosphogypsum. It can be seen that with an increase in the amount of phosphorite flour from 1 to 15 g and phosphogypsum from 1 to 5 g in 80-98 g of ammonium nitrate melt, the granule strength increases from 4.11 to 10.28 MPa, which is significantly higher than the strength of granules of pure ammonium nitrate.

Table 2. Granule strength and dissolution rate in water of NPS-fertilizer samples obtained from AN melt, PhF and PG.

Mass ratio AN : PhF	PG content in mixture, %	Granule strength		
		kg/granule	kg/sm ²	MPa
NH ₄ NO ₃ , grade “pure”		0.67	13.50	1.32
98 : 1	1	2.08	41.93	4.11
96 : 1	3	2.15	43.34	4.25
94 : 1	5	2.29	46.16	4.53
96 : 3	1	2.16	43.54	4.27
94 : 3	3	2.58	52.01	5.09
92 : 3	5	2.84	57.25	5.61
94 : 5	1	2.79	56.24	5.51

92 : 5	3	3.25	65.52	6.42
90 : 5	5	3.76	75.80	7.43
92 : 7	1	2.82	56.85	5.57
90 : 7	3	3.93	79.29	7.76
88 : 7	5	4.07	82.05	8.04
89 : 10	1	3.20	64.51	6.32
87 : 10	3	4.15	83.66	8.20
85 : 10	5	4.35	87.69	8.59
84 : 15	1	3.44	69.35	6.79
82 : 15	3	4.72	95.15	9.32
80 : 15	5	5.20	104.83	10.28

We consider the most optimal option for obtaining stabilized ammonium nitrate in the form of a nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizer to be the introduction of 15 g of phosphorite flour and 5 g of phosphogypsum into 80 g of ammonium nitrate melt. Under these conditions, a fertilizer is obtained containing 28.0% nitrogen, 2.739% P_2O_{5tot} , and 2.67% SO_{3tot} . The relative content of the citric acid-soluble form of P_2O_{5ava} is 68.28%, while the relative content of the available form of $CaO_{(ava)}$ reaches 71.85%. The granule strength of this fertilizer is 10.28 MPa.

Conclusion. Thus, phosphorite flour from the Kyzylkum deposit and phosphogypsum can be considered highly promising additives both for ensuring the thermal stability of ammonium nitrate and for producing nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizers with a high content of available forms of P_2O_5 , SO_3 , and CaO . This will significantly expand the raw material base for the production of highly efficient nitrogen-phosphorus-sulfur fertilizers with improved chemical and physicochemical properties.

References / Список литературы

1. *Turdialiyeu U.M.* Technology of obtaining non-caking and explosion-proof ammonium nitrate based on its melt and bentonite clays: Dis. tech. sciences (DSc). – Tashkent. – 2018. – 180 p.
2. *Chernyshev A.K., Levin B.V., Tugoukov A.V., Ogarkov A.A., Ilyin V.A.* Ammonium Nitrate: Properties, Production, and Application. Moscow: ZAO "INFOHIM". – 2009. – 544 p.
3. *Levin B.V., Sokolov A.N.* Problems and Technical Solutions in the Production of Complex Fertilizers Based on Ammonium Nitrate // World of Sulfur, Nitrogen, Phosphorus and Potassium. – 2004. – № 2. – pp. 13-21.
4. Patent of the Russian Federation № 2171795. Method for Producing Complex Nitrogen-Phosphorus Fertilizers / V.A. Ilyin, O.I. Pakhotin, E.N. Selin, N.E. Zhavoronkova, Z.P. Simbireva, O.E. Vasilkova, O.L. Glagolev, A.Yu. Sokolov, V.R. Samsonov, V.R. Ansheles. – 10.08.2001.
5. Patent of the Russian Federation № 2263652. Method for Producing Nitrogen-Phosphorus Fertilizer // A.N. Avaramenko, S.M. Kononov, O.A. Shirobokov, V.N. Gromotkov, S.A. Sundiev, S.S. Kostyuchenko, E.N. Kontareva, O.A. Dmitrieva. – Bulletin of Inventions. – 2005. №. 31.
6. Patent of the Russian Federation № 2223932. Method for Producing Complex Nitrogen-Phosphorus Fertilizers / V.A. Ilyin, O.I. Pakhotin, O.L. Glagolev, E.N. Selin, B.V. Levin, A.N. Sokolov, A.Yu. Sokolov, V.P. Samsonov, M.I. Rezenkov, V.R. Ansheles, Z.P. Simbireva, N.E. Zhavoronkova, O.E. Vasilkova. – 20.02.2004.
7. *Ilyin V.A.* Development of Technology for Complex Nitrogen-Phosphorus Fertilizer Based on Ammonium Nitrate Melt. Abstract of PhD Thesis. Ivanovo State University of Chemical Technology, Ivanovo. – 2006. – 17 p.
8. *Namazov Sh.S., Kurbaniyazov R.K., Reymov A.M., Beglov B.M.* Strength of Ammonium Nitrate Granules with Additives of Central Kyzylkum Phosphorites // Chemical Industry. – 2008. – Vol. 85, № 2. – pp. 65-70.

9. *Kurbaniyazov R.K., Reymov A.M., Namazov Sh.S., Beglov B.M.* Kinetics of Activation of Raw Phosphorite Flour of Central Kyzylkum by Ammonium Nitrate Melt at 180°C // *Chemical Industry*. – 2008. – Vol. 85, № 8. – pp. 382-387.
10. *Kurbaniyazov R.K.* Technology of Complex Nitrogen-Phosphorus Fertilizer Based on Ammonium Nitrate Melt and Central Kyzylkum Phosphorites. Abstract of PhD Thesis. Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent. – 2011. – 28 p.
11. *Pak V.V., Pirmanov N.N., Namazov Sh.S., Reymov A.M., Beglov B.M.* Nitrogen-Sulfur Fertilizers Based on Ammonium Nitrate Melt and Phosphogypsum // *Chemistry and Chemical Technology*. – 2011. – № 2. – pp. 21-24.
12. *Pak V.V., Pirmanov N.N., Namazov Sh.S., Reymov A.M., Beglov B.M., Seitnazarov A.R.* Nitrogen-Sulfur Fertilizers Based on Ammonium Nitrate Melt and Natural Gypsum // *Chemical Technology. Control and Management*. – 2012. – № 3. – pp. 5-8.
13. *Kolesnikov V.P., Moskalenko L.V.* Development of Thermally Stable Fertilizer Based on Ammonium Nitrate // *Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific-Technical Conference “New Technologies in the Nitrogen Industry”*. – Nevinnomyssk, October 8-13, 2007. – Stavropol: North-Caucasus State Technical University. – pp. 70-71.
14. *Moskalenko L.V.* Development of Technology for Producing Thermally Stable Fertilizer Based on Ammonium Nitrate. Abstract of PhD Thesis. – Nevinnomyssk Technological Institute, Moscow, 2007. – 16 p.
15. GOST 21560.2-82. Mineral fertilizers. Method for determining the static strength of granules. – Moscow: IPK Publishing House of Standards, 2003.4 p.
16. GOST 30181.4-94. Mineral fertilizers. Method for determining the total mass fraction of nitrogen contained in complex fertilizers and ammonium and nitrate saltpeters (Deward method).
17. *Bozorov I.I.* Technology of obtaining NS-fertilizer based on ammonium nitrate fusion, natural gypsum and phosphogypsum // *Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences*. – Tashkent. – 2024. – 120 p.

A DETERMINISTIC METHOD FOR INITIALIZING THE CONNECTION WEIGHTS OF A MULTILAYER PERCEPTRON BASED ON THE AVERAGE VALUES OF THE TRAINING DATASET

Chaiko V.I. (Russian Federation)

*Chaiko Vladimir Ivanovich – member of the international personnel reserve
INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF MANAGEMENT PROBLEMS (MNIIPU),
Programmer,
OF LLC «SIBERIANTECHNOSYSTEM»,
NOVOKUZNETSK*

Abstract: In this article, the author proposes a method for initializing the weights of multilayer perceptrons based on the "general task" (the average values of the training sample) in order to create task-specific weights during their initialization. The equal contribution method and the random filling method with a compensator are presented for determining the values of the weight coefficients. This approach reduces the training time and can be used for simplified creation of pre-trained models. An experimental test on the task of determining the number of active signals from three sources demonstrated the practical feasibility and suitability of the proposed method. The effectiveness is confirmed by integral estimates of accuracy and error, as well as by the estimate of the average increase in accuracy and decrease in error, when compared with the Xavier method.

Keywords: multilayer perceptron, deterministic weight initialization method, average task, unfolding, equal contribution method, random filling method with compensator, Xavier, linear equations of weight matrices, symmetry in weight matrices.

ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ИНИЦИАЛИЗАЦИИ ВЕСОВ СВЯЗЕЙ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРЦЕПТРОНА НА ОСНОВЕ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

Чайко В.И. (Российская Федерация)

*Чайко Владимир Иванович – член международного кадрового резерва
Международный научно-исследовательский институт проблем управления (МНИИПУ),
Программист,
ООО «СибирьТехноСистема»,
г. Новокузнецк*

Аннотация: в данной статье автор предлагает метод инициализации весов связей многослойных перцептронов на основе «общей задачи» (средних значений обучающей выборки) с целью создания адаптированных под задачу весов во время их инициализации. Представлены метод равных вкладов и метод случайного заполнения с компенсатором для определения значений весовых коэффициентов. Данный подход позволяет сократить временные затраты на обучение и может использоваться для упрощенного создания предобученных моделей. Экспериментальная проверка на задаче определения числа активных сигналов из трёх источников показала практическую реализуемость и пригодность к использованию предлагаемого метода. Эффективность подтверждена интегральными оценками точности и ошибки, а так же оценкой средних приращений точности и снижения ошибки, при сравнении с методом Xavier.

Ключевые слова: многослойный перцептрон, детерминированный метод инициализации весовых коэффициентов, средняя задача, развертка, метод равных вкладов, метод

случайного заполнения с компенсатором, Xavier, линейные уравнения матриц весовых коэффициентов, симметрия в матрицах весовых коэффициентов.

Введение

Сегодня различные виды нейронных сетей все шире используются человеком, как в профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни. Рост сложности решаемых нейронными сетями задач приводит к росту сложности их организации и требований к вычислительным ресурсам. Данное обстоятельство требует от исследователей разрабатывать более простые и эффективные методы реализации и обучения нейронных сетей.

Одним из фундаментальных вопросов, влияющих на простоту и эффективность нейронных сетей, является установка начальных значений весовых коэффициентов (инициализация). Вследствие отсутствия четкого понимания механизма взаимного влияния нейронов друг на друга в процессе функционирования нейронной сети («проблема черного ящика») подавляющее большинство алгоритмов инициализации основаны на случайности (генераторах случайных чисел). Такие подходы возлагают выстраивание взаимного влияния нейронов на механизмы обучения, что приводит к увеличению количества итераций алгоритма обучения.

Наличие метода детерминированной инициализации весовых коэффициентов, обеспечивающего инициализацию адаптированных под задачу весов, позволяет значительно сократить временные затраты на обучение. Результат такой инициализации может рассматриваться как предобученная модель. Таким методом является предлагаемый автором детерминированный метод инициализации весов связей многослойного перцептрона на основе средних значений обучающей выборки.

Цель данной работы заключается в раскрытии и демонстрации эффективности предлагаемого метода.

Задачами в данной работе являются:

1. Раскрыть логику предлагаемого метода;
2. Раскрыть алгоритм предлагаемого метода;
3. Привести результаты эксперимента, подтверждающего эффективность предлагаемого метода.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью сокращения вычислительных затрат при обучении глубоких архитектур.

Новизна данной работы состоит в разработке детерминированного метода инициализации весов связей многослойного перцептрона, основанного на основе средних значения обучающей выборки.

Объектом исследования является методы инициализации весовых коэффициентов многослойных перцептронов.

Предметом исследования является детерминированный метод инициализации весов связей многослойного перцептрона при помощи средних значений обучающей выборки.

Практическая значимость заключается в сокращении временных и вычислительных затрат на обучение многослойных перцептронов и более сложных нейронных сетей на их основе.

1. Алгоритм вычисления матриц весов связей

1.1 Формулировка задачи в табличном и матричном видах

Условия задачи и обучающая выборка должны быть формализованы в таком виде, который позволит реализовать их при помощи математических вычислений.

Нейронные сети, для простоты и удобства программиста, реализуются в виде матричных вычислений. Таким образом, перед обучением нейронной сети, программисту нужно неформально сформулированную задачу и данные преобразовать в табличный, а затем и в матричный вид [1].

В качестве примера, в рамках данной работы, будет решаться следующая задача:

Имеются три параллельных источника сигнала: А, В, С. Сигнал каждого источника может принимать два состояния: «высокий» (1) и «низкий» (0). Требуется построить

многослойный перцептрон, который определяет количество источников, подающих высокий сигнал в текущий момент времени. Учитывая, что количество источников 3, входной слой многослойного перцептрона будет иметь 3 нейрона. В результате его работы должен быть возбужден тот нейрон, порядковый номер которого равен числу «высоких» сигналов. Если «высокие» сигналы отсутствуют, то на выходе все нейроны выдают сигнал 0.

Для простоты формализуем данную задачу в виде таблицы истинности, которая представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1. Таблица истинности.

A	B	C	Y1	Y2	Y3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

Данную таблицу истинности легко представить в виде набора из 8 матриц, где первый столбец – это входные данные (вектор входа), а второй – результат работы перцептрона (вектор выхода):

$$\begin{pmatrix} 0|0 \\ 0|0 \\ 0|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1|1 \\ 0|0 \\ 0|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0|1 \\ 1|0 \\ 0|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1|0 \\ 1|1 \\ 0|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0|1 \\ 0|0 \\ 1|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1|0 \\ 0|1 \\ 1|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0|0 \\ 1|1 \\ 1|0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1|0 \\ 1|0 \\ 1|1 \end{pmatrix}$$

1.2 Вычисление средней задачи

После того, как задача была сведена к матрицам, необходимо вычислить «среднюю задачу».

Средняя задача – это репрезентативная задача, содержащая в себе признаки всех задач из обучающей выборки. В нашем случае, всех 8 матриц.

С точки зрения математики, средняя задача – это матрица, элементы которой равны среднему значению соответствующих элементов всех матриц из обучающей выборки.

Для вычисления среднего можно использовать любые средние: арифметическое, геометрическое, размах, мода, медиана и т.д. Для примера, в данной статье, используется среднее арифметическое (формула 1).

$$\overline{M}_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (M_k)_{ij} \quad (1)$$

Вычисление средней задачи:

$$\left(\begin{array}{c|c} \frac{0+1+0+1+0+1+0+1}{8} & \frac{0+1+1+0+1+0+0+0}{8} \\ \frac{0+0+1+1+0+0+1+1}{8} & \frac{0+0+0+1+0+1+1+0}{8} \\ \frac{0+0+0+0+1+1+1+1}{8} & \frac{0+0+0+0+0+0+0+1}{8} \end{array} \right) = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,375 \\ 0,5 & 0,375 \\ 0,5 & 0,125 \end{pmatrix}$$

1.3 Вычисление развертки перцептрона

На основе общей задачи вычисляются целевые значения выходов нейронов всех слоев перцептрона – его развертка.

В качестве примера, в данной статье, будет использоваться 4-х слойный перцептрон. Каждый его слой состоит из 3-х нейронов с функцией активации «сигмоида». Наглядно его схема и искомые значения (развертка) показаны на рисунке 1.

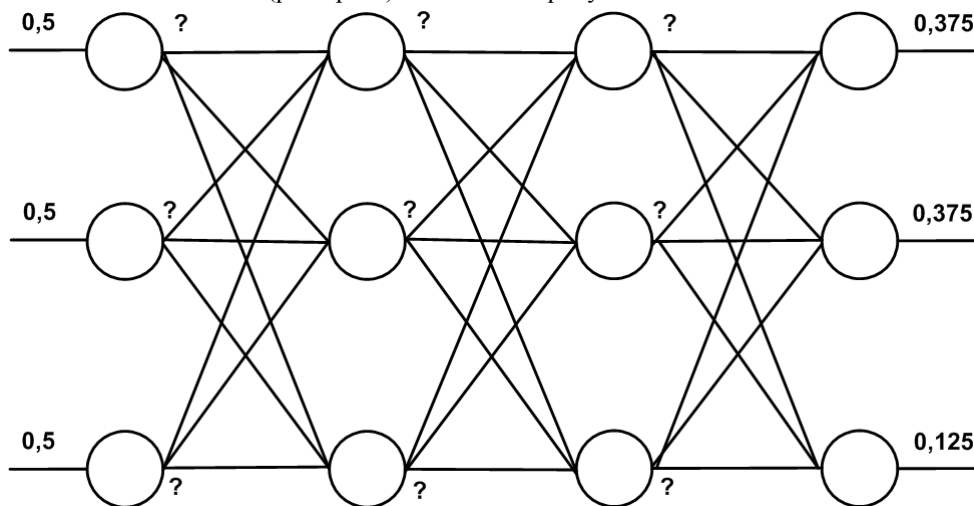


Рис. 1. Схема перцептрона и искомые значения.

Вычислить вывод первого слоя довольно просто – применить к входным данным функцию активации нейронов. Результатом будет значение $\approx 0,62246$.

Если исходить из того, что каждый слой равносильно приближает входящее значение к результату, то значения выходов нейронов скрытых слоев вычисляется равномерной линейной интерполяцией между выходом первого слоя и конечным целевым вектором (формула 2).

$$D_j^{(i)} = F_j + \frac{X_j - F_j}{I - 1} \cdot (i - 1)$$

Где:

$D_j^{(i)}$ - выход нейрона j в слое i

F_j - выход нейрона j последнего слоя перцептрона

X_j - выход нейрона j первого слоя перцептрона

I - количество слоев в перцептроне

i - номер слоя, для которого рассчитываются значения

Расчет значений выводов каждого из слоев для примера:

$$\begin{pmatrix} 0,62246 + \frac{0,375 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (2 - 1) \\ 0,62246 + \frac{0,375 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (2 - 1) \\ 0,62246 + \frac{0,125 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (2 - 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \approx 0,53997 \\ \approx 0,53997 \\ 0,45664 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0,62246 + \frac{0,375 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (3 - 1) \\ 0,62246 + \frac{0,375 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (3 - 1) \\ 0,62246 + \frac{0,125 - 0,62246}{4 - 1} \cdot (3 - 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \approx 0,45749 \\ \approx 0,45749 \\ 0,29082 \end{pmatrix}$$

Таким образом, мы получили следующую развертку:

$$\begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,62246 \\ 0,62246 \\ 0,62246 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,53997 \\ 0,53997 \\ 0,45664 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,45749 \\ 0,45749 \\ 0,29082 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,375 \\ 0,375 \\ 0,125 \end{pmatrix}$$

Наглядно развертка представлена на рисунке 2.

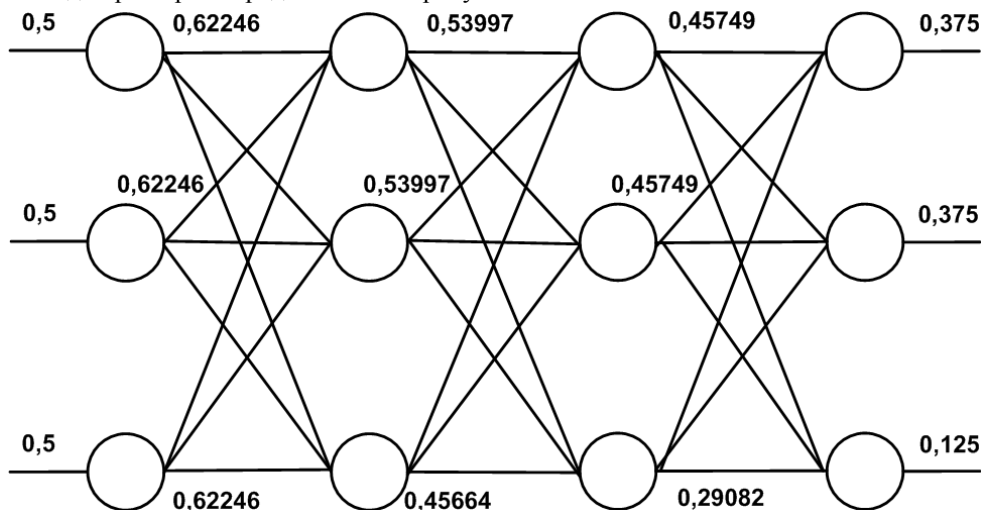


Рис. 2. Вычисленная развертка.

1.4 Коррекция развертки на основе функций активации нейронов

Матрица весов позволяет, путем ее скалярного произведения на вектор слоя, получить вектор следующего слоя. Поэтому, на основе развертки, можно вычислять матрицы весов.

Учитывая, что выход нейрона есть применение функции активации к сумме сигналов, входящих в нейрон, требуется, чтобы в результате скалярного произведения результатом было значение, требуемое для входа в нейрон, а не значение его выхода. Так, при использовании функции активации ReLU сумма входящих в нейрон сигналов не изменяется. Однако, при использовании ряда других функций активации (в том числе «сигмоиды») сумма меняется, поэтому необходимо вычислить значения входа для развертки [2].

Откорректированная развертка нейронной сети - это упорядоченная последовательность целевых векторов, задающих требуемые значения входов нейронов каждого слоя, получаемая путем применения обратной функции активации ко всем элементам развертки, кроме первых двух.

В качестве обратной функции, в данном примере, будет использоваться «логит-функция» - функция, обратная сигмоиде (формула 3).

$$x = g(y) = \ln \left(\frac{y}{1-y} \right) \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} g(0,53997) \\ g(0,53997) \\ g(0,45664) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \approx 0,16022 \\ \approx 0,16022 \\ \approx -0,17388 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} g(0,45749) \\ g(0,45749) \\ g(0,29082) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \approx -0,17045 \\ \approx -0,17045 \\ \approx -0,89140 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} g(0,375) \\ g(0,375) \\ g(0,125) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \approx -0,51083 \\ \approx -0,51083 \\ \approx -1,94591 \end{pmatrix}$$

Результат коррекции развертки:

$$\begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,62246 \\ 0,62246 \\ 0,62246 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,16022 \\ 0,16022 \\ -0,17388 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -0,17045 \\ -0,17045 \\ -0,89140 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -0,51083 \\ -0,51083 \\ -1,94591 \end{pmatrix}$$

1.5 Составление полной развертки перцептрона

Зная развертку и откорректированную развертку, можно сформировать полную развертку – упорядоченную последовательность векторов, отражающих требуемые значения входов и целевые значения выходов нейронов каждого слоя многослойного перцептрона.

Для составления полной развертки необходимо перед каждым вектором развертки поставить откорректированный вектор:

$$\begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,5 \\ 0,5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,62246 \\ 0,62246 \\ 0,62246 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,16022 \\ 0,16022 \\ -0,17388 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,53997 \\ 0,53997 \\ 0,45664 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -0,17045 \\ -0,17045 \\ -0,89140 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,45749 \\ 0,45749 \\ 0,29082 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -0,51083 \\ -0,51083 \\ -1,94591 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0,375 \\ 0,375 \\ 0,125 \end{pmatrix}$$

Наглядно результат представлен на рисунке 3.

1.6 Составление уравнений матриц весов связей

Имея полную развертку перцептрона возможно вычислить матрицы весовых коэффициентов.

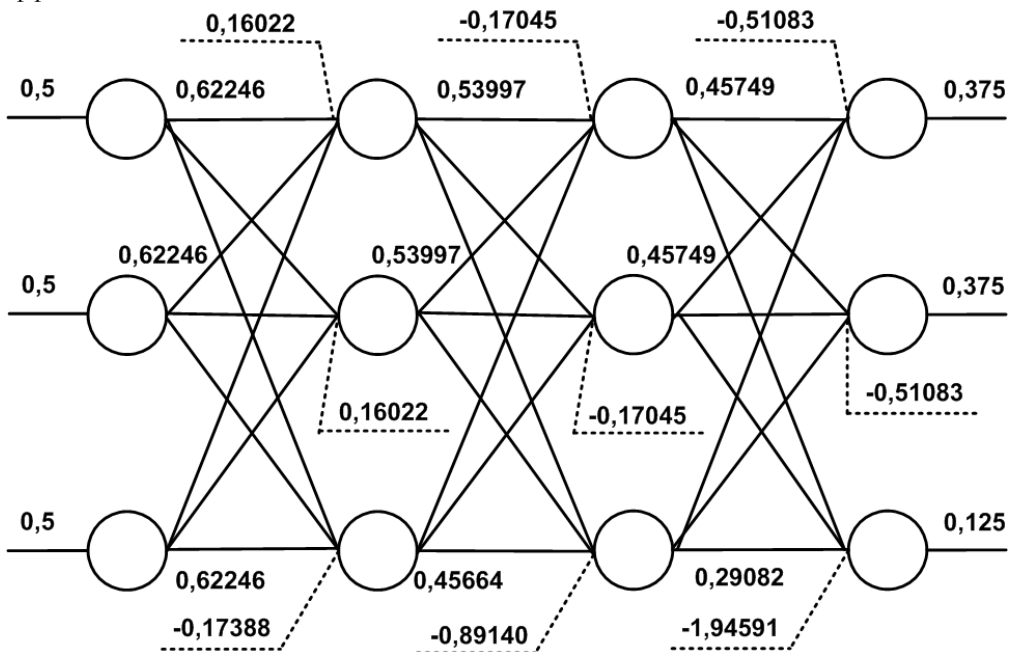


Рис. 3. Результат откорректированной развертки.

Учитывая, что в результате скалярного произведения матрицы весов на выходной вектор слоя перцептрона будет откорректированный выходной вектор следующего слоя перцептрона, можно составить матричные уравнения весовых матриц:

$$\begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & w_{31} \\ w_{12} & w_{22} & w_{32} \\ w_{13} & w_{23} & w_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,62246 \\ 0,62246 \\ 0,62246 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,16022 \\ 0,16022 \\ -0,17388 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & w_{31} \\ w_{12} & w_{22} & w_{32} \\ w_{13} & w_{23} & w_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,53997 \\ 0,53997 \\ 0,45664 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,17045 \\ -0,17045 \\ -0,89140 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} w_{11} & w_{21} & w_{31} \\ w_{12} & w_{22} & w_{32} \\ w_{13} & w_{23} & w_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,45749 \\ 0,45749 \\ 0,29082 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,51083 \\ -0,51083 \\ -1,94591 \end{pmatrix}$$

1.7 Преобразование матричных уравнений в системы линейных уравнений

Данные уравнения необходимо преобразовать в системы линейных уравнений [3]. В качестве примера развернем первое матричное уравнение в систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} (w_{11} \cdot 0,62246) + (w_{21} \cdot 0,62246) + (w_{31} \cdot 0,62246) = 0,16022 \\ (w_{12} \cdot 0,62246) + (w_{22} \cdot 0,62246) + (w_{32} \cdot 0,62246) = 0,16022 \\ (w_{13} \cdot 0,62246) + (w_{23} \cdot 0,62246) + (w_{33} \cdot 0,62246) = -0,17388 \end{cases}$$

Полученные таким образом системы линейных уравнений всегда будут иметь бесконечное множество возможных решений.

1.8 Вычисление значений весовых коэффициентов

Учитывая, что у получаемых систем линейных уравнений бесконечное множество решений, значения коэффициентов системы линейных уравнений необходимо задать самостоятельно. Это можно сделать двумя методами:

1.8.1 Метод равных вкладов

Метод равных вкладов заключается в следующем: каждое выражение в скобках равно сумме этих выражений (правой части уравнения), деленное на их количество. Учитывая, что сумма (правая часть уравнения) и коэффициент каждого из выражений в скобках известны, значение весового коэффициента можно вычислить (формула 4).

$$w_i = \frac{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (w \cdot k)_i}{n} \right)}{k_i} \quad (4)$$

Подставим значения в ряд уравнений:

$$\left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) = 0,16022$$

$$\left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{0,16022}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) = 0,16022$$

$$\left(\frac{\left(\frac{-0,17388}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{-0,17388}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) + \left(\frac{\left(\frac{-0,17388}{3} \right)}{0,62246} \cdot 0,62246 \right) = -0,17388$$

Выполнив вычисления (с точностью до 5 знаков после запятой), мы получим следующий результат:

$$\begin{aligned} (0,0858 \cdot 0,62246) + (0,0858 \cdot 0,62246) + (0,0858 \cdot 0,62246) &\approx 0,16022 \\ (0,0858 \cdot 0,62246) + (0,0858 \cdot 0,62246) + (0,0858 \cdot 0,62246) &\approx 0,16022 \\ (-0,09311 \cdot 0,62246) + (-0,09311 \cdot 0,62246) + (-0,09311 \cdot 0,62246) &\approx -0,17388 \end{aligned}$$

Зная эти значения, мы можем составить матрицу весов:

$$\begin{pmatrix} 0,0858 & 0,0858 & 0,0858 \\ 0,0858 & 0,0858 & 0,0858 \\ -0,09311 & -0,09311 & -0,09311 \end{pmatrix}$$

1.8.2 Метод случайного заполнения с компенсатором

Метод равных вкладов допускает симметрию, при этом практика показывает, что наличие симметрии в матрицах весов отрицательно сказывается на обучении, т.к. ошибка между нейронами распределяется равномерно, поэтому они обучаются гораздо меньшему количеству признаков [4]. Чтобы избежать этого, необходимо задавать значения случайным образом, но так, чтобы уравнение осталось верным. Это можно сделать, задав генератором случайных чисел значения всех коэффициентов, кроме последнего («компенсатора»). Значение последнего коэффициента должно сохранять равенство верным, поэтому его нужно вычислить аналитически. Т.к. компенсаторы зависят от уже заданных случайно коэффициентов, то они сами будут случайны.

Зададим в системе уравнений случайным образом веса, кроме компенсаторов:

$$\begin{cases} (0,83402 \cdot 0,62246) + (0,16326 \cdot 0,62246) + (w_{31} \cdot 0,62246) = 0,16022 \\ (-0,84939 \cdot 0,62246) + (-0,27541 \cdot 0,62246) + (w_{32} \cdot 0,62246) = 0,16022 \\ (-0,6806 \cdot 0,62246) + (0,97365 \cdot 0,62246) + (w_{33} \cdot 0,62246) = -0,17388 \end{cases}$$

Теперь вычислим компенсаторы:

$$\begin{aligned} w_{31} &= \frac{0,16022 - ((0,83402 \cdot 0,62246) + (0,16326 \cdot 0,62246))}{0,62246} \approx -0,739882 \\ w_{32} &= \frac{0,16022 - ((-0,84939 \cdot 0,62246) + (-0,27541 \cdot 0,62246))}{0,62246} \approx 1,3822 \\ w_{33} &= \frac{-0,17388 - ((-0,6806 \cdot 0,62246) + (0,97365 \cdot 0,62246))}{0,62246} \approx -0,572393 \end{aligned}$$

Мы вычислили матрицу со случайно заданными весами:

$$\begin{pmatrix} 0,83402 & 0,16326 & -0,739882 \\ -0,84939 & -0,27541 & 1,3822 \\ -0,6806 & 0,97365 & -0,572393 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,62246 \\ 0,62246 \\ 0,62246 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,16022 \\ 0,16022 \\ -0,17388 \end{pmatrix}$$

Все матрицы весовых коэффициентов, вычисленные обоими методами, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Вычисленные матрицы весов.

№ слоя	Метод вычисления					
	Метод равных вкладов			Метод случайного заполнения с компенсатором		
W_1	0,0858	0,0858	0,0858	0,83402	0,16326	-0,739882
	0,0858	0,0858	0,0858	-0,84939	-0,27541	1,3822
	-0,09311	-0,09311	-0,09311	-0,6806	0,97365	-0,572393
W_2	-0,10522	-0,10522	-0,10522	-0,81600	-0,5444	-1,04473
	-0,10522	-0,10522	-0,10522	0,11007	-0,92934	0,5036
	-0,65069	-0,65069	-0,65069	0,39342	-0,65329	-1,69221
W_3	-0,3722	-0,3722	-0,3722	0,99142	-0,90425	-1,20376
	-0,3722	-0,3722	-0,3722	-0,17550	0,64850	-1,58959
	-2,23037	-2,23037	-2,23037	-0,40863	0,65683	-6,93931

2. Экспериментальная верификация метода

2.1. Описание и результаты эксперимента

Для подтверждения работоспособности и определения эффективности предложенного метода был проведен эксперимент: многослойный перцептрон, используемый в качестве примера в данной статье, был обучен решать задачу из пункта 1.1. Обучение происходило методом обратного распространения ошибки с коэффициентом скорости обучения 0,1. Начальные веса были заданы тремя разными способами: методом Xavier (M1) [5], методом равных вкладов (M2) и методом случайного заполнения с компенсатором (M3).

Результаты экспериментов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты экспериментов.

Эпохи	Точность			Ошибка		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
0	12,50	50,00	37,50	0,311556	0,193981	0,197502
100	37,50	50,00	62,50	0,192761	0,192374	0,189441
200	50,00	50,00	62,50	0,192676	0,191949	0,185039
300	62,50	50,00	62,50	0,192633	0,191465	0,179072
400	62,50	50,00	75,00	0,192581	0,190776	0,168494
500	62,50	87,50	87,50	0,192515	0,189761	0,151805
600	62,50	87,50	87,50	0,192428	0,188226	0,132416
700	62,50	87,50	87,50	0,192309	0,185856	0,115252
800	75,00	87,50	87,50	0,192142	0,182122	0,103598
900	75,00	87,50	87,50	0,191903	0,176177	0,096620
1000	87,50	87,50	87,50	0,191555	0,167018	0,092216

Наглядно результат эксперимента представлен на рисунках 4 и 5.

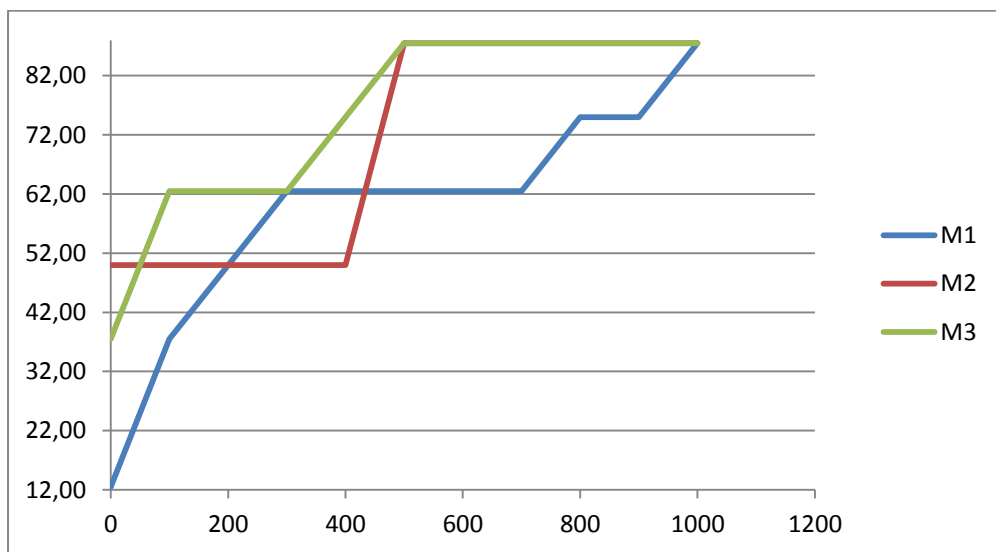


Рис. 4. Точность во время обучения.

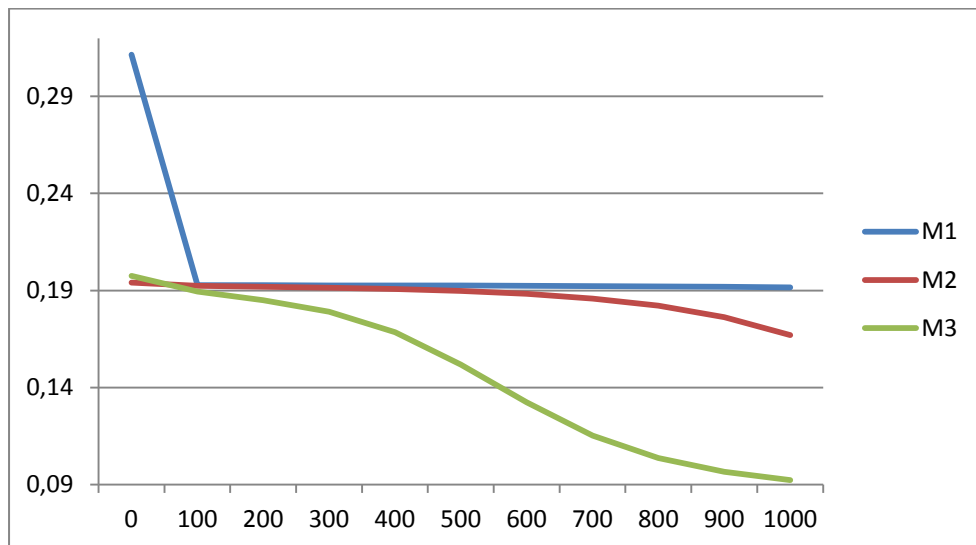


Рис. 5. Размер ошибки во время обучения.

2.2. Анализ результатов

2.2.1. Сравнение стартовых показателей

После инициализации самая большая точность и самая низкая ошибка у M2. M3 имеет близкую к M2 ошибку, но заметно более низкую точность. Значения, полученные у M1, в разы хуже чем у M2 и M3.

2.2.2. Интегральная оценка кривых точности и ошибки

Оценкой эффективности обучения перцептрона является интегральная оценка его кривых точности и ошибки, вычисленная методом трапеций (формулы 5 и 6 соответственно). Результат вычислений представлен в таблице 4.

$$\int T = \sum_{i=1}^n \frac{T_{i-1} + T_i}{2} \cdot l \quad (5)$$

где:

$\int T$ – интегральная оценка

T_i – значение оценки при эпохе i

l – количество эпох между двумя оценками

$$\int O = \sum_{i=1}^n \frac{O_{i-1} + O_i}{2} \cdot l \quad (6)$$

где:

$\int O$ – интегральная оценка

O_i – значение оценки при эпохе i

l – количество эпох между двумя оценками

Таблица 4. Интегральные оценки кривых.

Метод	$\int T$	$\int O$	$\frac{\int T}{\int O}$
M1	6000	198,35035	$\approx 30,24950$
M2	70625	186,92055	$\approx 377,83432$
M3	76250	146,65960	$\approx 519,91141$

M3 показал лучшие результаты как по интегральным оценкам точности и ошибке, так и по обобщающему показателю (их отношению). У M2 близкие к M3 результаты. M1 вновь показал себя хуже всех.

2.2.3. Средние приращение точности и снижение ошибки

Оценкой способности обучаться являются его средние приращение точности и снижение ошибки за 1 эпоху обучения. Данные показатели вычисляются по формулам 7 и 8 соответственно. Результаты вычислений представлены в таблице 5.

$$\bar{T} = \frac{T_{max} - T_0}{n_{Tmax}} \quad (7)$$

где:

$\bar{T}$ – среднее приращение точности

T_{max} – максимальная точность

T_0 – точность при инициализации (до обучения)

n_{Tmax} – количество эпох, за которое достигнута наибольшая точность

$$\bar{O} = \frac{O_0 - O_{min}}{n} \quad (8)$$

где:

$\bar{O}$ – средняя оценка ошибки

O_0 – размер ошибки при инициализации (до обучения)

O_{min} – минимальное значение параметра

n – количество эпох обучения

Таблица 5. Средние приращение точности и снижение ошибки.

Метод	$\bar{T}$	$\bar{O}$	$\bar{T} \cdot \bar{O}$
M1	0,075	0,000120001	$\approx 0,000009$
M2	0,075	0,000026963	$\approx 0,000002$
M3	0,1	0,000105286	$\approx 0,000011$

M3 показал лучший результат по обобщающему показателю ($\bar{T} \cdot \bar{O}$) и величине среднего роста точности, уступив M1 по величине среднего снижения размера ошибки. У M2 обобщенный показатель и размер среднего снижения ошибки в разы хуже M1 и M2.

Выводы

В ходе выполнения работы был разработан и экспериментально обоснован новый детерминированный метод инициализации весовых коэффициентов многослойного перцептрона, основанный на средних значениях обучающей выборки. Экспериментальная проверка на задаче определения числа активных сигналов из трёх источников показала практическую реализуемость и пригодность к использованию предлагаемого метода. Предложенный метод инициализации сокращает временные затраты на обучение, т.к. веса имеют некоторый уровень адаптации к решаемой задаче (после инициализации сравнительно высокая точность и низкий размер ошибки) и более приспособлены к росту точности, о чем свидетельствуют интегральные оценки точности и ошибки.

Метод случайного заполнения с компенсатором является предпочтительнее метода равных вкладов, т.к. имеет лучшие показатели интегральных оценок точности и ошибки и максимальное среднее приращение точности. Среднее снижение ошибки у данного метода меньше чем у Xavier, но разница не велика, а процесс обучения проходит более «плавно». Наихудшая скорость снижения ошибки метода равных вкладах заключается в том, что у Xavier и метода случайного заполнения с компенсатором в матрицах отсутствует симметрия.

Разработанный метод вносит вклад в решение фундаментальной проблемы «чёрного ящика» нейронных сетей, и дает возможность упрощенного создания предобученных моделей. В результате проделанной работы задачи выполнены, цель достигнута.

Список литературы / References

1. Коэн М.И. Прикладная линейная алгебра для исследователей данных / М.И. Коэн; пер. с англ. Логунов А.А. – 1-е изд. – М: ДМК, 2023. — 328 с. — Текст: непосредственный.
2. Гласснер Э. Глубокое обучение без математики. Том 1. Основы / Э. Гласснер; пер. с англ. Яроцкий В.А. — 1-е изд. — М: ДМК, 2019. — 584 с. — Текст: непосредственный.
3. Лисичкин В.Т. Математика в задачах с решениями: Учебное пособие / В.Т. Лисичкин, И.Л. Соловейчик. — 5-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2014. — 464 с. — Текст: непосредственный.
4. Бенджио И., Курвилль А., Гудфеллоу Я. Глубокое обучение/ И. Бенджио и др.; пер. с англ. Слинкин А.А.– 1-е изд. – М: ДМК, 2018. — 652 с. — Текст: непосредственный.
5. Glorot X. Understanding the difficulty of training deep feedforward neural networks / X. Glorot. — Текст: электронный // Proceedings of Machine Learning Research: [сайт]. — URL: <https://proceedings.mlr.press/v9/glorot10a.html> (дата обращения: 01.07.2026).

ECONOMETRIC ASSESSMENT OF THE DETERMINANTS OF FORMAL OVERSEAS EMPLOYMENT OF UZBEK LABOUR MIGRANTS

Masharipov F.U. (Republic of Uzbekistan)

*Masharipov Farrukh Utkirivich - Candidate of Economic Sciences, Researcher,
TASHKENT STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: The article evaluates the statistical relationship between vocational training, foreign-language competence, institutional cooperation and the number of Uzbek labour migrants obtaining formal employment abroad. The empirical analysis uses annual data for 2015-2025 and estimates a log-log regression in which formal overseas employment is explained by the number of vocational education graduates, the share of graduates with foreign-language competence, the number of international labour agreements, average wages in destination labour markets and unemployment in Uzbekistan. The initial model explains 76.3% of the variation in formal overseas employment, although its overall significance is constrained by the small sample. International labour agreements demonstrate the strongest positive association, with an elasticity coefficient of 0.961. Language competence also has a positive sign, whereas the number of graduates alone has only a weak relationship with the outcome. Diagnostic tests identify serial correlation; after applying the Prais-Winsten procedure, model fit increases to 94.8% and the model becomes significant at the 5% level. The findings support a policy shift from measuring training by enrolment and graduation volumes toward employer-validated skills, internationally recognised qualifications, bilateral employment channels and graduate-level monitoring of formal job placement.

Keywords: labour migration, formal employment, vocational education, foreign-language competence, international labour agreements, econometric model, human capital, Uzbekistan.

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОФИЦИАЛЬНОЕ ТРУДОУСТРОЙСТВО УЗБЕКСКИХ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ ЗА РУБЕЖОМ

Машарипов Ф.У. (Республика Узбекистан)

*Машарипов Фаррух Уткиревич - кандидат экономических наук, научный сотрудник,
Ташкентский государственный экономический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье оценивается статистическая взаимосвязь между профессиональным обучением, знанием иностранного языка, институциональным сотрудничеством и числом узбекских трудовых мигрантов, получающих официальную работу за рубежом. В эмпирическом анализе используются годовые данные за 2015-2025 годы и рассчитывается логарифмическая регрессия, в которой формальная занятость за рубежом объясняется количеством выпускников профессионального образования, долей выпускников, владеющих иностранным языком, количеством международных трудовых соглашений, средней заработной платой на рынках труда назначения и безработицей в Узбекистане. Первоначальная модель объясняет 76,3% различий в официальной занятости за рубежом, хотя ее общая значимость ограничена небольшой выборкой. Международные трудовые соглашения демонстрируют наиболее сильную положительную связь с коэффициентом эластичности 0,961. Языковая компетентность также имеет положительный признак, в то время как количество выпускников само по себе имеет лишь

слабую связь с результатом. Диагностические тесты выявляют последовательную корреляцию; после применения процедуры Прайса-Винстена соответствие модели увеличивается до 94,8%, а модель становится значимой на уровне 5%.

Полученные результаты подтверждают необходимость перехода от оценки обучения по количеству поступающих и выпускников к навыкам, подтвержденным работодателями, международно признанным квалификациям, двусторонним каналам трудоустройства и мониторингу формального трудоустройства на уровне выпускников.

Ключевые слова: трудовая миграция, формальная занятость, профессиональное образование, владение иностранным языком, международные трудовые соглашения, эконометрическая модель, человеческий капитал, Узбекистан.

Introduction

International labour mobility is increasingly shaped by the quality, portability and recognition of skills rather than by the numerical availability of workers alone. In 2024, the global stock of international migrants reached 304 million people, while destination countries continued to tighten occupational, language and qualification requirements [1]. The OECD emphasises that labour-market inclusion depends not only on migration status but also on the ability of migrants to enter firms and occupations that match their competencies [2]. The World Bank therefore promotes Global Skill Partnerships, under which origin countries, destination countries and employers jointly invest in pre-departure training and create legal employment pathways [3].

For Uzbekistan, this agenda has direct economic and social relevance. Labour migration remains an important mechanism for employment, household income and the utilisation of a young labour force. At the same time, migration without verified occupational skills and language competence raises the probability of informal employment, occupational downgrading and unstable contracts. The policy problem is therefore not simply how many citizens work abroad, but how many obtain legal jobs corresponding to their qualifications, under transparent contracts and with adequate protection of labour rights.

Recent reforms have created a new institutional framework for managed labour mobility. Presidential Decree No. PF-59 of 4 April 2024 introduced additional measures to improve labour-migration processes and support citizens working temporarily abroad [4]. Presidential Decree No. PF-162 and Resolution No. PQ-367 of 17 October 2024 strengthened the Migration Agency and formalised mechanisms for identifying vacancies, training candidates and organising employment abroad [5; 6]. These reforms make it necessary to quantify the relative role of education, language preparation, bilateral agreements and labour-market conditions in formal overseas employment.

The purpose of this article is to assess the direction and strength of the statistical relationship between selected training and institutional factors and the number of Uzbek labour migrants obtaining formal employment abroad. The study does not claim to establish strict causality. Instead, it develops an empirically grounded framework for identifying policy priorities and improving the monitoring system for labour-migration outcomes.

1. Data, variables and research method

The analysis uses annual observations for 2015-2025. The dependent variable is the number of labour migrants who obtained formal employment abroad, measured in millions of persons. The initial set of explanatory variables included the number of graduates of vocational education institutions, the number of graduates of retraining and advanced-training courses, the share of graduates possessing foreign-language competence, the number of international labour agreements, the average wage in destination labour markets and the unemployment rate in Uzbekistan. Because the retraining variable was strongly correlated with international agreements and destination wages, it was removed from the final specification.

The final model is estimated in double-logarithmic form. This functional form makes coefficients interpretable as elasticities and reduces differences in the scale of measurement among the variables. The equation is specified as follows: $\ln(Y) = a_0 + a_1\ln(X_1) + a_2\ln(X_2) + a_3\ln(X_3) + a_4\ln(X_4) + a_5\ln(X_5) + e$, where Y is formal overseas employment; X1 is the number of vocational graduates; X2 is the share of graduates with foreign-language competence; X3 is the number of

international labour agreements; X4 is the average wage in destination markets; and X5 is the unemployment rate in Uzbekistan.

The average value of the dependent variable over the eleven-year period was 1.945 million people, ranging from 1.3 million to 2.4 million. The average number of vocational graduates was 125,666, while the average share of graduates with foreign-language competence was 11.85%. The average number of international labour agreements was 72, the average wage indicator for destination markets was USD 999, and the average unemployment rate in Uzbekistan was 8.16%. Given that only eleven annual observations are available, all estimates must be interpreted cautiously and as evidence of association rather than definitive causal effects.

2. Preliminary diagnostics and model specification

Pairwise correlation analysis revealed substantial common trends among several explanatory variables. The correlation between international labour agreements and retraining-course graduates was 0.95, while the correlation between international agreements and destination wages was 0.97. These values exceed the conventional threshold of 0.80 and indicate a serious risk of multicollinearity. The initial mean variance inflation factor was 25.68, with values of 66.48 for average wages and 49.60 for international agreements. After the model was examined in first differences, the mean VIF declined to 2.03, confirming that a large part of the collinearity reflected shared time trends.

The Ramsey RESET test produced a probability value of 0.1205. Within the small sample, this result does not provide sufficient evidence that the functional form is misspecified. However, it cannot demonstrate that all relevant determinants have been included. Variables such as recruitment costs, visa quotas, exchange rates, destination-country sectoral demand, contract duration and the quality of training could not be consistently measured for the entire period and therefore remain outside the model.

The Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test yielded a probability value of 0.9618, indicating no statistical evidence of heteroskedasticity. By contrast, the Durbin-Watson statistic was 3.219 and the Breusch-Godfrey test reported a probability of 0.0082, confirming negative serial correlation in the residuals. This finding is important because uncorrected serial correlation can distort standard errors and reduce the reliability of statistical inference. Consequently, the initial ordinary least squares results were supplemented with a Prais-Winsten regression.

3. Econometric results

The initial log-log model has an R-squared of 0.7633 and an adjusted R-squared of 0.5267. Thus, the selected factors jointly explain approximately 76.3% of the variation in formal overseas employment during 2015-2025. The probability of the F-statistic is 0.1123, which means that the model is not jointly significant at the 5% level. The limited number of observations and the relatively large number of regressors reduce statistical power. The coefficients should therefore be evaluated primarily by their economic direction, magnitude and consistency with institutional evidence.

Table 1. OLS estimates of formal overseas employment, 2015-2025.

Variable	Coefficient	Std. error	p-value	Interpretation
Vocational graduates (ln)	0.019	0.044	0.682	Weak positive association
Language-competent graduates (ln)	0.203	0.148	0.229	Positive, not significant
International labour agreements (ln)	0.961	0.395	0.059	Strongest positive association
Average destination wage (ln)	-5.188	1.967	0.046	Negative; interpret cautiously
Unemployment rate (ln)	0.022	0.373	0.956	No reliable association

Source: author's calculations based on annual administrative and statistical data.

4. Interpretation of the coefficients

The coefficient for vocational education graduates is 0.019. A 1% increase in the number of graduates is associated with only a 0.019% change in formal overseas employment, and the coefficient is statistically insignificant. This result suggests that expansion of graduation volumes alone does not automatically create successful overseas employment. Training becomes economically productive only when the curriculum corresponds to a confirmed vacancy, practical skills are independently assessed, qualifications are recognised and the graduate passes the employer selection process.

The coefficient for the share of graduates with foreign-language competence is positive at 0.203, although it is not statistically significant in the small sample. The positive direction is economically meaningful. Language competence reduces information asymmetry between the worker and employer, supports compliance with safety instructions, improves communication in the workplace and helps migrants exercise their labour rights. The weak statistical significance is likely to reflect imperfect measurement: the available indicator records the share of language-trained graduates, but not the actual CEFR level, occupational vocabulary, examination result or destination-country requirement.

International labour agreements have the largest positive coefficient, 0.961, and approach significance at the 10% level. This indicates that a 1% increase in such agreements is associated with an approximately 0.96% increase in formal overseas employment, other factors being equal. Bilateral and employer-level agreements matter because they create legal recruitment channels, specify quotas and occupations, clarify qualification requirements and connect training institutions with actual jobs. The result therefore supports the view that migration governance is an institutional production chain rather than a spontaneous movement of labour.

The coefficient for average destination-market wages is -5.188 and is statistically significant at the 5% level. The negative sign is contrary to the simple income-differential hypothesis and should not be interpreted as a causal effect. It may reflect changes in the composition of destination countries, tighter quotas in high-wage markets, exchange-rate movements, the concentration of Uzbek migrants in particular sectors and the high correlation between wages and international agreements. The unemployment coefficient is close to zero and statistically insignificant, implying that domestic unemployment alone cannot explain the development of formal external employment channels.

After correction for serial correlation through the Prais-Winsten procedure, R-squared rises to 0.9480 and the probability of the F-statistic falls to 0.0112. The corrected model is jointly significant at the 5% level. Nevertheless, the improvement in fit does not remove the fundamental limitation of an eleven-observation sample. The robust policy conclusion is not that a single coefficient determines migration, but that formal overseas employment is generated by the interaction of training quality, language competence, bilateral agreements, employer demand and administrative organisation.

5. Policy implications for Uzbekistan

First, the performance of vocational education for labour migration should be measured by outcomes rather than by the number of trainees or graduates. The core indicators should include the share of candidates trained under a confirmed employer order, course completion, acquisition of the required language or qualification certificate, successful employer selection, formal placement within six months and employment in the trained occupation. Such indicators would make it possible to distinguish between education as a budgetary activity and education as an employment-producing investment.

Second, the Migration Agency should conduct quarterly monitoring of foreign vacancies by country, occupation, skill level, language requirement, wage, contract duration and recognition procedure. The resulting demand should be converted into a targeted training order for vocational institutions. A unified digital register should connect the vacancy, candidate, curriculum, assessment result, contract and post-placement monitoring. This would reduce the current fragmentation between education, recruitment and migration administration.

Third, bilateral labour agreements must be integrated with vocational curricula. Each agreement should specify an occupational profile, required practical competencies, language level, certification procedure and employer participation in final assessment. The positive elasticity of international agreements indicates that institutional access to legal jobs is at least as important as the aggregate supply of labour. Uzbekistan should therefore prioritise agreements in sectors with durable shortages, including healthcare and care services, construction, manufacturing, transport, logistics, hospitality and green-energy occupations.

Fourth, foreign-language training must be occupationally specific and objectively assessed. The proposed increase in language instruction from 180 to 600 hours for relevant vocational programmes should be accompanied by modular learning outcomes, CEFR-based assessment and recognised examinations. Language preparation should include workplace communication, occupational safety, contract terminology, rights and obligations, and intercultural adaptation rather than general grammar alone.

Fifth, the econometric database itself requires improvement. Annual aggregate observations are insufficient for strong causal analysis. A graduate-level longitudinal database should record demographic characteristics, occupation, training institution, language score, certificate, employer, destination country, contract conditions, placement date, earnings and employment status after six and twelve months. With such microdata, future research could use panel methods, matching techniques and duration models to estimate the true effect of specific training interventions.

6. Limitations and directions for further research

The principal limitation of the analysis is the short time series. Eleven annual observations are insufficient for stable estimation when several explanatory variables are included. The model is also affected by common trends in education, wages and international agreements, which create multicollinearity and make it difficult to isolate independent effects. The Prais-Winsten correction addresses serial correlation, but it does not solve measurement error, omitted-variable bias or potential reverse causality. For example, additional international agreements may increase formal employment, but rising demand for organised migration may itself stimulate the conclusion of new agreements.

A second limitation concerns the operational definition of training quality. The number of graduates does not distinguish between occupations, regions, programme duration, practical intensity, certification or employer participation. Likewise, the language variable measures broad participation rather than verified B1 or B2 proficiency. Future datasets should separate general language learning from occupation-specific communication and should record examination results. Destination-market wages should also be disaggregated by country and sector because a single average may combine high-wage markets with restrictive quotas and lower-wage markets with large recruitment volumes.

Further research should move from annual macrodata to individual and programme-level microdata. A national graduate-tracking system could support quasi-experimental evaluation by comparing participants in employer-ordered programmes with similar candidates receiving conventional training. Panel data would permit the estimation of wage trajectories, occupational matching and contract retention. Survival analysis could identify the determinants of early return, while cost-effectiveness analysis could compare public expenditure per successfully certified and employed graduate. These methods would allow policymakers to distinguish between programmes that merely deliver training and programmes that create sustainable formal employment.

Conclusion

The econometric assessment confirms that formal overseas employment is a multidimensional outcome. The initial model explains 76.3% of variation, while the Prais-Winsten correction increases model fit to 94.8%. International labour agreements show the strongest positive association, whereas the number of vocational graduates has only a weak relationship with formal placement. Foreign-language competence has the expected positive sign, but its effect cannot be precisely measured with the available aggregate indicator.

The main implication is that Uzbekistan should not evaluate migration-oriented vocational education by scale alone. The strategic objective is to transform a graduate into a worker whose

competencies are validated by an employer, whose qualification is recognised, and whose employment is formal, safe and consistent with the acquired occupation. This requires targeted employer orders, integrated vocational and language training, bilateral employment channels, independent assessment and comprehensive monitoring of each graduate. The empirical model should therefore be viewed as an analytical foundation for a results-based system of human-capital investment and orderly labour mobility.

References / Список литературы

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. International Migrant Stock 2024: Key Facts and Figures. New York: United Nations, 2025.
2. OECD. International Migration Outlook 2025. Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: 10.1787/ae26c893-en.
3. *Acosta P., Özden Ç., Lebow J., Rodriguez L.B., Dahlgren E.* Global Skill Partnerships for Migration: Preparing Tomorrow's Workers for Home and Abroad. Washington, DC: World Bank, 2025.
4. President of the Republic of Uzbekistan. Decree No. PF-59 of 4 April 2024 "On Additional Measures to Improve Labour Migration Processes and Support Persons Temporarily Working Abroad".
5. President of the Republic of Uzbekistan. Decree No. PF-162 of 17 October 2024 "On Priority Measures for Reforming the Management System of Migration Processes".
6. President of the Republic of Uzbekistan. Resolution No. PQ-367 of 17 October 2024 "On Additional Measures to Regulate the Processes of Employment Abroad".
7. *Becker G.S.* Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
8. *Wooldridge J.M.* Introductory Econometrics: A Modern Approach. 7th ed. Boston: Cengage Learning, 2020.

INDIVIDUAL ASPECTS OF INTERNAL CONTROL OF DIRECT COSTS IN AN ORGANIZATION

Botasheva L.S.¹, Tekeeva Z.O.² (Russian Federation)

¹*Botasheva Leila Sultanovna - pho in Economics, Associate Professor, Associate Professor,
FACULTY OF ECONOMICS, DEPARTMENT OF ACCOUNTING,*

²*Tekeeva Zuhra Osmanovna - student,
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "NORTH
CAUCASIAN STATE ACADEMY"
CHERKESSK*

Abstract: *The dynamic development of manufacturing enterprises largely depends on the organization of internal cost control. This article explores the nature of expenses, the composition, and the content of direct costs in accordance with current regulations. The types of control and the procedure for conducting internal control are examined, with particular attention to the validity of allocating each type of expense to the cost of production, the correct delineation of expenses by reporting periods, and the accounting objects. According to the authors, the organization of internal control in an industrial organization depends on the scale and nature of its activities, as well as the specifics of the management system.*

Keywords: *accounting, reliability, internal costs, control, reporting, direct costs.*

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ПРЯМЫХ РАСХОДОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

Боташева Л.С.¹, Текеева З.О.² (Российская Федерация)

¹Боташева Лейла Султановна – кандидат экономических наук, доцент,
экономический факультет, кафедра «Бухгалтерский учет»,

²Текеева Зухра Османовна – студент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Северо-Кавказская государственная академия,
г. Черкесск

Аннотация: динамичное развитие производственных предприятий в немалой степени зависит от организации внутреннего контроля расходов. В статье раскрывается сущность расходов, состав и содержание прямых расходов в соответствии с действующими нормативными актами. Рассмотрены виды и порядок проведения внутреннего контроля, обратив особое внимание на обоснованность отнесения каждого вида затрат на себестоимость продукции, правильность разграничения расходов по отчетным периодам и объектам учета. По мнению авторов, организация внутреннего контроля в промышленной организации зависит от масштабов и характера деятельности, а также от особенностей системы управления.

Ключевые слова: бухгалтерский учет, достоверность, внутренний контроль, отчетность, прямые расходы.

Реализация стратегии успешного развития хозяйствующих субъектов требует эффективной системы внутреннего контроля расходов, в том числе и прямых расходов на производство продукции.

Согласно п. 4 ФСБУ 10/2026 «Расходы»: «Расходами экономического субъекта признается уменьшение экономических выгод в результате выбытия (списания, уменьшения стоимости) активов и (или) возникновения (увеличения величины) обязательств, приводящее к уменьшению капитала этого экономического субъекта, не связанному с уменьшением вкладов (взносов) учредителей (участников, акционеров, собственников имущества) экономического субъекта, а также с распределением прибыли между учредителями (участниками, акционерами, собственниками имущества) экономического субъекта» [3].

Согласно ст.318 расходы на производство и реализацию, осуществленные в течение отчетного (налогового) периода, подразделяются на:

- 1) прямые;
- 2) косвенные [1].

К прямым расходам относятся: материальные затраты, расходы на оплату труда персонала, участвующего в процессе производства товаров, выполнения работ, оказания услуг, а также расходы на обязательное пенсионное страхование, на обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством, обязательное медицинское страхование, обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, начисленные на указанные суммы расходов на оплату труда; суммы начисленной амортизации по основным средствам, используемым при производстве товаров, работ, услуг.

Необходимость создания эффективной системы внутреннего контроля во всех экономических субъектах определено ст. 19 ФЗ «О бухгалтерском учете» № 402-ФЗ, согласно которой, организация обязана организовывать и осуществлять внутренний контроль совершаемых фактов хозяйственной жизни [2]. Кроме того, для тех организаций, чья бухгалтерская отчетность подлежит обязательному аудиту, существует требование обеспечить внутренний контроль ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности. Однако в Федеральном законе № 402-ФЗ не указывается, как и в

каком объеме должен проводиться внутренний контроль, тем не менее, ясно, что он должен быть достаточным для обеспечения достоверного отражения в учете фактов хозяйственной жизни, а также формирования бухгалтерской отчетности организации.

Необходимо отметить, что внутренний контроль по времени проведения может быть предварительный, текущий и последующий. Предварительный контроль направлен на исключение или предотвращение фактов хозяйственной жизни, которые неблагоприятно могли бы отразиться на финансовом благополучии организации или которые противоречат законодательству Российской Федерации. Текущий контроль обеспечивает выполнение предписаний руководства экономического субъекта, сохранность имущества, соблюдение законов и нормативных актов РФ, предотвращает мошеннические действия и злоупотребления со стороны должностных и материально-ответственных лиц и т.п. Последующий контроль необходим для выявления фактов хозяйственной жизни, которые негативно повлияли на результаты деятельности организации и (или) достоверность данных, содержащихся в бухгалтерском учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности.

Порядок организации внутреннего контроля предложен Минфином России в Информации № ПЗ-11/2013 «Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности» [4]. В данном документе приведены общие подходы к организации внутреннего контроля, а также описаны элементы внутреннего контроля и необходимые процедуры внутреннего контроля.

Данный документ указывает, что организация внутреннего контроля в промышленной организации зависит от масштабов и характера деятельности, а также от особенностей системы управления. Однако единый порядок организации и механизм реализации внутреннего контроля на данный момент не определен.

Порядок, способы и процедуры внутреннего контроля в организации оформляются приказом, а так же указываются в Учетной политике.

Основная цель организации контроля прямых расходов на производство продукции (работ, услуг) проверки – установление соответствия применяемого порядка учета и налогообложения операций по учету прямых расходов нормативным актам.

Контроль прямых расходов на производство является трудоемким процессом. Поэтому до начала проверки следует изучить организационные и технологические особенности организации, специализацию, масштабы и структуру каждого вида производственной деятельности.

Проверяя достоверность оформления и отражения в учете прямых обращают внимание на обоснованность отнесения каждого вида затрат на себестоимость продукции, правильность разграничения затрат по отчетным периодам и объектам учета. Контролируется правильность учета таких затрат для целей налогообложения, как командировочные расходы, расходы на подготовку кадров, на оплату процентов по ссудам банков, на рекламу, представительские расходы.

В процессе контроля выясняется правильность разграничения производственных затрат по отчетным периодам, соблюдение выбранного метода и точность оценки материальных расходов, правильность включения в себестоимость амортизации по основным средствам и нематериальным активам, обоснованность распределения общепроизводственных расходов и др. Анализируется состав общепроизводственных и общехозяйственных расходов.

Необходимо также проанализировать формирования различных резервов предстоящих расходов: резервов на оплату очередных отпусков, на выплату вознаграждений по итогам работы за год, на ремонт основных средств, за выслугу лет. В течение года расходы и выплаты должны производиться за счет соответствующих резервов. Проверяется правильность использования средств каждого резерва, своевременность доначисления недостающих и сторнирования излишне начисленных сумм по ним. Суммы расходов будущих периодов должны подтверждаться сметами и первичными документами (накладными, счетами-фактурами, актами выполненных работ и пр.).

Контролируется состояние учета незавершенного производства, своевременность и правильность его инвентаризации и оценки, безошибочность отражения результатов инвентаризации в учете. Типичными ошибками, выявляемыми в ходе контроля затрат на производство, являются: несоответствие применяемого метода учета затрат методу, зафиксированному в учетной политике; неправильная оценка остатков незавершенного производства; неправильное разграничение расходов по отчетным периодам; необоснованное включение в себестоимость отдельных видов затрат.

По мнению Ерыкалина М.И.: «Контрольно-аналитическая система является неотъемлемой частью любого предприятия, ведь именно она позволяет организации построить корректировать пути достижения ее поставленных целей. Однако любая система нуждается в развитии и корректировке, именно поэтому с учетом развития технологий необходимо их использование и интегрирование, в том числе и в контрольно-аналитическую систему, что позволит автоматизировать ряд процессов, которые упростят и ускорят механизмы принятия управленческих решений, на основе проведенных анализов» [5, с. 237].

Таким образом, концепция организации и дальнейшего развития внутреннего контроля должна быть отражена в концептуальных стандартах, которые дополняются и конкретизируются организационно-компетентностными стандартами, раскрывающими основные функции, права, обязанности подразделений, осуществляющих учетные и контрольные функции и работающих в них сотрудников.

Список литературы / References

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 N 117-ФЗ (ред. от 04.07. 2026). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/.
2. Федеральный закон от 06.12.2011 N 402-ФЗ (ред. от 12.12.2025) «О бухгалтерском учете». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122855/.
3. Федеральный стандарт бухгалтерского учета 10/2026 «Расходы». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/414384069/>.
4. Информация Минфина России N ПЗ-11/2013 «Организация и осуществление экономическим субъектом внутреннего контроля совершаемых фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156407/
5. *Ерыкалин М.И.* Построение и развитие контрольно-аналитической системы предприятия // Управленческий учет. – 2025. – № 1. – С. 231–237.

A FINANCIAL-ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR ATTRACTING LONG-TERM BANK FUNDING THROUGH THE TASHKENT INTERNATIONAL FINANCIAL CENTRE Sulaymanov A.I. (Republic of Uzbekistan)

*Sulaymanov Akrom Isamiddinovich - Independent Researcher
TASHKENT BRANCH OF PLEKHANOV RUSSIAN UNIVERSITY OF ECONOMICS
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: The article substantiates a financial-organizational mechanism for attracting long-term resources by commercial banks through the emerging Tashkent International Financial Centre. The mechanism is designed as a sequence of diagnostic, structuring, market-entry, risk-management and post-financing stages. Its key instruments are a bank long-term financing

passport, a unified investor questionnaire, a digital financial and rating data set, an investment-readiness scorecard, a comparative instrument-cost matrix and a system for monitoring the targeted use and economic effect of funds. The paper proposes that instrument selection be based on the full risk-adjusted cost rather than the nominal interest rate and that every transaction be tested for its impact on liquidity, capital, currency position, maturity gaps and creditor concentration. The mechanism can reduce information asymmetry, standardise bank-investor interaction and support the development of bond, syndicated, green and Islamic financing in Uzbekistan.

Keywords: Tashkent International Financial Centre; long-term bank funding; bonds; syndicated loans; green finance; sukuk; financing passport; investment readiness; Uzbekistan.

ФИНАНСОВО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ БАНКАМИ ДОЛГОСРОЧНЫХ РЕСУРСОВ ЧЕРЕЗ ТАШКЕНТСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФИНАНСОВЫЙ ЦЕНТР

Сулайманов А.И. (Республика Узбекистан)

*Сулайманов Акрам Исамиддинович – соискатель,
Ташкентский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье обоснован финансово-организационный механизм привлечения коммерческими банками долгосрочных ресурсов через формирующийся Ташкентский международный финансовый центр. Механизм представлен как последовательность диагностического, структурирующего, рыночного, риск-управленческого и постфинансового этапов. Его ключевыми инструментами являются паспорт долгосрочного финансирования банка, единая анкета для инвесторов, цифровой набор финансовых и рейтинговых данных, скоринговая карта инвестиционной готовности, матрица сравнительной стоимости инструментов и система мониторинга целевого использования и экономического эффекта ресурсов. Предлагается выбирать инструмент по полной стоимости с учётом риска, а не только по номинальной процентной ставке, и оценивать влияние каждой сделки на ликвидность, капитал, валютную позицию, разрывы сроков и концентрацию кредиторов.

Ключевые слова: Ташкентский международный финансовый центр; долгосрочное банковское финансирование; облигации; синдицированные кредиты; зелёное финансирование; сукук; паспорт финансирования; инвестиционная готовность; Узбекистан.

The creation of the Tashkent International Financial Centre marks a new stage in the development of Uzbekistan's financial market. Presidential Decree No. UP-48 of 30 March 2026 provides an institutional basis for expanding banking, capital-market, green and Islamic finance and for attracting international investors [1]. At the same time, the existence of a financial centre does not automatically generate long-term resources for commercial banks. Market access requires a bank to translate its funding needs into an investable instrument, disclose comparable information, obtain or maintain a credit rating, manage currency and interest-rate risks and demonstrate that the attracted resources will be placed in profitable long-term assets.

The proposed mechanism is financial and organisational rather than legal. It does not examine the special legal regime, the activity of courts or arbitration as independent research objects. These factors matter as elements of investor confidence, but the immediate subject is the economic process through which a bank diagnoses its funding needs, selects an instrument, prepares information, forms an investor pool, completes a transaction and monitors the financial result.

International financial centres perform several economic functions relevant to bank funding. They reduce search and transaction costs by concentrating issuers, investors, arrangers, rating agencies,

auditors, legal and financial advisers. They provide market infrastructure for listing and settlement, facilitate secondary-market liquidity and support product specialisation such as green bonds, social bonds and sukuk. The experience of Astana, Dubai, Abu Dhabi, Singapore and Malaysia demonstrates that a financial centre becomes effective when infrastructure is combined with credible issuers, institutional investors, transparent disclosure and risk-management capacity [2-6].

Uzbek banks have already accumulated initial experience in international debt markets. In 2024, Agrobank placed a green Eurobond of USD 400 million and a domestic-currency green tranche of UZS 700 billion on the London Stock Exchange with international support [7]. International ratings were also assigned to Eurobond issues of the National Bank of Uzbekistan and Uzpromstroybank [8]. These transactions confirm market interest, but they also show that access is concentrated among relatively large banks. A national mechanism is required to broaden the issuer pipeline and reduce the institutional preparation cost for other banks.

The mechanism begins with a medium-term funding strategy. The bank forecasts the amount of resources required by maturity, currency and purpose; establishes limits for the open foreign-exchange position and creditor concentration; constructs a repayment calendar; and sets a target full cost of funding. Long-term borrowing should be integrated into asset-liability management rather than treated as an isolated treasury transaction. Otherwise, the bank may increase the volume of resources while retaining an unstable maturity structure or a negative spread between the return on assets and the effective cost of liabilities.

The second step is a readiness assessment. The bank evaluates capital, asset quality, liquidity, the structure of liabilities, the maturity gap, credit rating, disclosure, investor relations, stress-test results and hedging capacity. The assessment determines whether the bank should proceed directly to a public issue, begin with a syndicated loan or an international-financial-institution credit line, or first implement a corrective institutional programme. This stage protects the bank from premature market entry and protects investors from poorly structured transactions.

The third step is the preparation of a Long-Term Financing Passport. The passport is a concise, standardised document that connects the bank's strategic demand for resources with the proposed instrument. It should state the required amount, maturity, currency, intended use, maximum acceptable cost, instrument form, expected effect on liquidity and capital, foreign-exchange and interest-rate risks, projected return on funded assets and the repayment source. The passport is not a promotional brochure; it is a management document approved by the bank's asset-liability committee and used throughout the transaction cycle.

The fourth step is the formation of a unified investor information package. It includes audited financial statements under international standards, capital and liquidity indicators, asset-quality data, the concentration of large borrowers, the currency and maturity structure of the balance sheet, stress-test results, corporate-governance information and the record of previous borrowing. A standardised digital data room maintained in cooperation with the financial centre would reduce repeated requests from arrangers and investors and improve the comparability of Uzbek banks.

The fifth step is instrument selection. The range should include long-term credit lines of international financial institutions, syndicated loans, senior bank bonds, international Eurobonds, subordinated instruments, green and social bonds, sukuk and selected hybrid instruments. The appropriate choice depends on the bank's size, rating, purpose of funds, investor base, capital position, currency of assets and capacity to comply with use-of-proceeds and reporting requirements. A green bond may broaden the investor base, but only when the bank has a credible project-selection and impact-reporting framework. Sukuk requires an asset-linked structure and specialist governance, while subordinated debt is appropriate only within regulatory limits and a clear capital plan.

Instrument comparison must be based on the full risk-adjusted cost rather than the nominal coupon. The full cost includes interest, arranger and placement fees, rating and audit expenses, insurance, listing and settlement costs, the cost of currency and interest-rate hedging and the expected cost of refinancing. It should be compared with the risk-adjusted return on the assets financed by the transaction.

$$WACF = \sum (s_j \times c_j) \rightarrow \min$$

where WACF is the weighted average cost of long-term financing; s_j is the share of instrument j in the funding structure; and c_j is its full cost, including the coupon or interest rate, fees, rating and placement expenses, insurance, hedging and servicing costs. The minimisation is subject to constraints on capital adequacy, liquidity, stable funding, the open foreign-exchange position, the average maturity of liabilities, creditor concentration, refinancing risk and the regulatory amount of subordinated debt.

Table 1. Stage-gate mechanism for attracting long-term financing through the Tashkent International Financial Centre.

Stage of the mechanism	Main action and document	Decision criterion	Key performance indicator
1. Funding diagnosis	Medium-term funding strategy; maturity and currency forecast; repayment calendar	Need for resources is consistent with the asset strategy and risk limits	Required amount and tenor; maturity gap; target full cost
2. Bank readiness	Integrated readiness scorecard and stress tests	Capital, liquidity, asset quality and market capacity meet the selected instrument requirements	Readiness category; stress sensitivity; corrective actions completed
3. Transaction structuring	Long-Term Financing Passport and instrument matrix	Instrument provides the required maturity at an acceptable full risk-adjusted cost	WACF; effect on LCR/NSFR and capital; FX and interest-rate exposure
4. Market preparation	Unified investor questionnaire; digital data room; rating and audited disclosure	Information is complete, comparable and verifiable	Due-diligence time; rating outcome; number and quality of investors
5. Placement and risk management	Investor pre-selection; book building or syndication; hedging; listing and settlement	Transaction is diversified and risks are within approved limits	Pricing spread; average tenor; investor concentration; hedging coverage
6. Post-financing monitoring	Use-of-proceeds control; asset profitability and repayment monitoring	Resources are used for intended assets and generate the expected financial effect	Long-term lending growth; net interest income; ROA; refinancing-risk reduction

Source: developed by the author on the basis of the dissertation research.

The mechanism should operate through stage gates. A transaction moves to the next stage only when the required decision document is approved and the corresponding risk limits are satisfied. For example, a bank cannot begin investor marketing before the funding passport, disclosure package and hedging strategy are approved. This rule reduces the risk that market pressure will force the bank to accept an unsuitable currency, excessive coupon or concentrated investor structure.

Investor pre-selection is also necessary. The financial centre can maintain a segmented database of international financial institutions, commercial banks, asset managers, pension and insurance funds, Islamic investors and sustainable-finance funds. Matching should consider preferred currency, maturity, instrument type, risk appetite, geographic mandate and environmental or social criteria. A targeted investor pool is more efficient than undifferentiated marketing and can improve the stability of the order book.

Risk management must accompany the entire cycle. Currency risk is reduced by matching the borrowing currency with the currency of funded assets or by using hedging instruments. Interest-rate risk requires limits on floating-rate exposure and analysis of the repricing gap. Refinancing risk is controlled by staggering maturities and maintaining a minimum weighted average tenor.

Concentration risk is reduced by limiting the share of a single creditor, market or instrument. These requirements ensure that diversification is substantive rather than nominal.

The economic effect of the mechanism should be evaluated through a balanced set of indicators: reduction of the full funding cost, increase in the average maturity of liabilities, growth of stable resources, narrowing of the maturity gap, lower creditor concentration, expansion of long-term lending, higher risk-adjusted profitability of funded assets and reduced refinancing risk. The volume of funds attracted is therefore an intermediate output, not the final criterion of success.

A phased implementation roadmap is advisable. The diagnostic stage should identify pilot banks and build standard templates. The pilot stage should test the readiness score, financing passport, data room and instrument matrix on several banks with different ownership and business models. The transaction stage should include one or more syndicated, bond, green-finance or Islamic-finance operations. The monitoring stage should compare planned and actual cost, maturity, risk and lending outcomes and then update the methodology.

Scenario analysis for 2027-2030 is necessary because the international funding environment remains uncertain. Under the baseline scenario, banks continue to rely on international-financial-institution lines and occasional bond issues, with a moderate increase in average maturity. Under the optimistic scenario, the Tashkent International Financial Centre expands the institutional investor base, supports more green and Islamic instruments and lowers transaction costs through standardisation. Under the stress scenario, higher global rates, depreciation pressure, expensive hedging and reduced market access require banks to rely on contingency funding plans and domestic-currency instruments.

The proposed mechanism can create several system-level effects. First, it can improve competition by allowing medium-sized banks to enter a transparent preparation pipeline. Second, standardised information can lower due-diligence costs for investors. Third, the connection between funding and the profitability of financed assets can reduce the risk of using expensive external resources for low-yield or poorly matched lending. Fourth, common monitoring standards can improve the quality of data available to the regulator and the financial centre without replacing prudential supervision.

The study concludes that the Tashkent International Financial Centre should be viewed not simply as a location for transactions, but as an organised infrastructure that connects bank readiness, transparent data, appropriate instruments, diversified investors and post-financing accountability. The Long-Term Financing Passport, unified investor questionnaire, digital data room, investment-readiness scorecard and full-cost instrument matrix constitute the core of this infrastructure. Their pilot implementation can support longer bank liabilities, reduce refinancing pressure and expand sustainable investment lending in Uzbekistan.

References / Список литературы

1. О мерах по созданию Международного финансового центра в городе Ташкенте: Указ Президента Республики Узбекистан от 30 марта 2026 года № УП-48.
2. Astana International Financial Centre. Annual Report 2024. Astana, 2025.
3. Dubai International Financial Centre. Annual Results 2024. Dubai, 2025.
4. Abu Dhabi Global Market. ADGM's 2024 Performance with 245% Growth in Assets under Management Highlights Global Influence. Abu Dhabi, 2025.
5. Monetary Authority of Singapore. Singapore Asset Management Survey 2024. Singapore, 2025.
6. Securities Commission Malaysia. Annual Report 2024. Kuala Lumpur, 2025.
7. Global Green Growth Institute. Uzbekistan's Agrobank Issues USD 400 Million and UZS 700 Billion Green Eurobond on the London Stock Exchange with GGGI's Support. 2024.
8. Fitch Ratings. Fitch Assigns National Bank of Uzbekistan Eurobonds Final "BB" Rating. 4 July 2024; Fitch Assigns UICB USD 400 Million Eurobonds Final "BB-"/"B(xgs)" Ratings. 23 July 2024.
9. International Capital Market Association, Islamic Development Bank, London Stock Exchange Group. Guidance on Green, Social and Sustainability Sukuk. 2024.

10. Asian Development Bank. Singapore: Market Summary. March 2025. Manila: ADB, 2025.
11. Центральный банк Республики Узбекистан. Годовой отчёт за 2024 год. Ташкент, 2025.
12. Hull J.C. Risk Management and Financial Institutions. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2023.

A MULTI-CRITERION FRAMEWORK FOR ASSESSING NON-STANDARD EMPLOYMENT IN THE DIGITAL ECONOMY: EVIDENCE FROM UZBEKISTAN

Turaeva E.F. (Republic of Uzbekistan)

Turaeva Ezoza Farrux qizi – Basic Doctoral Student
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN NAMED AFTER MIRZO ULUGBEK,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: The rapid expansion of the digital economy has significantly transformed labour markets worldwide, creating new forms of employment beyond traditional employer–employee relationships. Digital labour platforms, freelance work, remote employment, contracting, and self-employment have become increasingly important sources of income and labour market participation. While these forms of work provide flexibility and new economic opportunities, they also raise concerns regarding income security, legal protection, and social insurance coverage.

This study examines the economic nature of non-standard employment in the context of digital transformation and proposes a multi-criteria classification framework based on four interrelated dimensions: work arrangement, legal status, income stability, and social protection coverage. The research combines theoretical analysis with empirical evidence obtained from a survey of 1,037 respondents in Uzbekistan. The findings reveal that a substantial proportion of respondents perceive themselves as socially unprotected and consider income stability to be the most important characteristic of employment. The study argues that traditional classifications based solely on employment form fail to capture the qualitative dimensions of contemporary labour relations.

Keywords: digital economy, non-standard employment, platform work, freelance work, gig economy, labour market transformation, social protection, Uzbekistan.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НЕСТАНДАРТНОЙ ЗАНЯТОСТИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ОПЫТ УЗБЕКИСТАНА

Тураева Э.Ф. (Республика Узбекистан)

Тураева Эзоза Фаррух кизи – базовый докторант
Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: стремительное развитие цифровой экономики существенно трансформировало рынки труда во всем мире, сформировав новые формы занятости, выходящие за рамки традиционных отношений между работодателем и работником. Цифровые трудовые платформы, фриланс, дистанционная занятость, контрактная работа и самозанятость становятся все более значимыми источниками дохода и участия населения в экономической деятельности. Несмотря на то что данные формы занятости обеспечивают большую гибкость и создают новые экономические возможности, они одновременно порождают проблемы, связанные со стабильностью доходов, правовой защищенностью и охватом системой социального страхования.

В данном исследовании рассматривается экономическая сущность нестандартной занятости в условиях цифровой трансформации и предлагается многокритериальная

модель ее классификации, основанная на четырех взаимосвязанных измерениях: организации трудовой деятельности, правовом статусе, стабильности доходов и уровне социальной защиты. Исследование сочетает теоретический анализ с эмпирическими данными, полученными в результате опроса 1037 респондентов в Узбекистане. Результаты показывают, что значительная часть опрошенных считает себя социально незащищенной, а стабильность доходов рассматривает как наиболее важную характеристику занятости. В работе обосновывается, что традиционные классификации, основанные исключительно на форме занятости, не позволяют в полной мере отразить качественные особенности современных трудовых отношений.

Ключевые слова: цифровая экономика, нестандартная занятость, платформенная занятость, фриланс, гиг-экономика, трансформация рынка труда, социальная защита, Узбекистан.

1. Introduction

Digitalization has become one of the most influential drivers of labour market transformation in the twenty-first century. The widespread adoption of digital technologies, online platforms, artificial intelligence, and electronic commerce has fundamentally changed the organization of work and employment relationships. As a result, non-standard forms of employment, including platform work, freelance activities, remote employment, contracting, and self-employment, have expanded rapidly across both developed and developing economies.

Recent international reports indicate that labour markets are undergoing significant structural changes. According to the International Labour Organization, global employment growth is expected to slow due to increasing economic uncertainty, geopolitical tensions, and technological disruption. Simultaneously, the World Economic Forum forecasts substantial changes in occupational structures and skill requirements by 2030. These developments highlight the growing importance of flexible employment arrangements while simultaneously increasing concerns regarding labour rights, income security, and social protection.

In Uzbekistan, the expansion of digital services, online platforms, and self-employment has created new opportunities for labour market participation. The growing working-age population and ongoing digital transformation make the regulation and monitoring of non-standard employment particularly important. However, existing statistical and methodological approaches remain largely focused on organizational forms of employment and often fail to capture differences in legal status, income stability, and social protection.

This study aims to develop a multi-criteria framework for assessing non-standard employment in the digital economy and to evaluate its applicability to the labor market of Uzbekistan.

2. Literature Review

The concept of non-standard employment has attracted considerable attention in contemporary labour economics. Kalleberg (2009) argues that modern labor markets are increasingly characterized by precarious forms of work associated with declining employment security and growing labour market flexibility. Standing (2011) further developed this perspective through the concept of the “precariat,” referring to workers who experience unstable employment, uncertain income, and limited social protection.

Weil (2014) introduced the concept of the “Fissured Workplace,” demonstrating how outsourcing, subcontracting, and network-based management systems have fragmented traditional employment relationships. Similarly, Srnicek (2017) argues that digital platforms represent a new institutional form of capitalism that reshapes economic coordination and labour market governance. De Stefano (2016) emphasizes that gig economy workers often face ambiguous employment status and insufficient labour protection.

Although these studies provide valuable insights into the evolution of labour markets, existing approaches primarily focus on organizational forms of employment. Less attention has been paid to the interaction between legal status, income stability, social protection, and work arrangements. Consequently, there remains a need for a more comprehensive methodological framework capable of evaluating the qualitative dimensions of non-standard employment.

3. Methodology

The study employs a mixed methodological approach combining theoretical analysis, comparative assessment, and empirical investigation. The research draws upon labour market theories, institutional economics, and digital economy studies to construct a conceptual framework for understanding non-standard employment.

Empirical data were collected through a survey involving 1,037 respondents from different demographic and socio-economic groups in Uzbekistan. The questionnaire examined employment status, perceptions of non-standard employment, working conditions, social protection, income security, and attitudes toward flexible work arrangements.

The proposed classification framework evaluates non-standard employment according to four key dimensions:

- Work arrangement;
- Legal status;
- Income stability;
- Social protection coverage.

This multidimensional approach allows for a more accurate assessment of labour market quality than conventional classifications based solely on employment form.

4. Results and Discussion

The survey findings demonstrate the increasing importance of non-standard employment in Uzbekistan. Approximately one-quarter of respondents reported engagement in non-standard forms of employment, including freelance work, remote employment, and other flexible arrangements.

The analysis revealed that income stability is considered the most important employment characteristic by the majority of respondents. Flexibility in time and workplace location was identified as the second most important factor, reflecting changing labour market preferences in the digital era.

One of the most significant findings concerns social protection. Nearly four-fifths of respondents reported feeling socially unprotected while participating in non-standard employment arrangements. Furthermore, many respondents expressed concerns regarding legal guarantees, pension rights, health insurance, and employment security.

These results suggest that the primary challenges associated with non-standard employment are not related to work arrangements themselves but rather to the institutional environment within which such employment operates. Consequently, evaluating employment solely according to organizational form provides an incomplete picture of labour market realities.

The proposed multi-criteria classification framework addresses this limitation by integrating economic and institutional dimensions into a single analytical model. The framework facilitates the identification of vulnerable labour market groups and provides a foundation for evidence-based employment policies.

5. Conclusion

The study demonstrates that non-standard employment has become an essential component of labour market development in the digital economy. Traditional approaches based exclusively on organizational forms of work are no longer sufficient for understanding contemporary employment relationships.

The proposed multi-criteria framework expands existing approaches by incorporating work arrangements, legal status, income stability, and social protection coverage into a unified classification model. Empirical evidence from Uzbekistan confirms the relevance of these dimensions and highlights the need for improved labour market regulation, social protection mechanisms, and digital employment governance.

The findings contribute to both theoretical and practical discussions on labour market transformation and provide a methodological basis for future research and policy development in the context of digitalization.

References / Список литературы

1. Autor D.H. 2015. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), pp.3–30.
2. De Stefano V. 2016. The Rise of the “Just-in-Time Workforce”: On-Demand Work, Crowdwork and Labour Protection in the Gig Economy. Geneva: International Labour Office.
3. Eurofound 2020. New Forms of Employment: 2020 Update. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
4. International Labour Organization (ILO), 2016. Non-Standard Employment Around the World: Understanding Challenges, Shaping Prospects. Geneva: ILO.
5. International Labour Organization (ILO), 2021. World Employment and Social Outlook 2021: The Role of Digital Labour Platforms in Transforming the World of Work. Geneva: ILO.
6. Kalleberg A.L. 2009. Precarious work, insecure workers: Employment relations in transition. *American Sociological Review*, 74(1), pp.1–22.
7. Katz L.F. and Krueger A.B. 2019. The rise and nature of alternative work arrangements in the United States, 1995–2015. *ILR Review*, 72(2), pp.382–416.
8. OECD 2024. OECD Employment Outlook 2024. Paris: OECD Publishing.
9. Srnicek N. 2017. Platform Capitalism. Cambridge: Polity Press.
10. Standing G. 2011. The Precariat: The New Dangerous Class. London: Bloomsbury Academic.
11. Weil D. 2014. The Fissured Workplace: Why Work Became So Bad for So Many and What Can Be Done to Improve It. Cambridge, MA: Harvard University Press.
12. World Bank 2019. The Changing Nature of Work. Washington, DC: World Bank.

THE ROLE OF FINANCIAL LITERACY IN SHAPING THE SAVINGS BEHAVIOR OF YOUNG PEOPLE Korneychuk M.L. (Russian Federation)

*Korneychuk Margarita Leonidovna - Bachelor's degree student
DEPARTMENT OF INTERNATIONAL FINANCIAL AND MANAGERIAL ACCOUNTING,
RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT,
MOSCOW*

Abstract: *the article examines the role of financial literacy in shaping the savings behavior of young people. The relevance of the topic is due to the fact that young people actively use bank cards, mobile applications, marketplaces, installments and digital financial services, but they do not always have sufficient skills in rational personal finance management. The purpose of the article is to reveal the importance of financial literacy as a factor influencing income and expense planning, creating savings, reducing unreasonable debt burden and making informed financial decisions. The paper uses methods of analyzing scientific literature, summarizing official materials, and logically comparing approaches to financial behavior among young people. It is concluded that financial literacy is an important condition for rational financial behavior and personal financial stability of young people.*

Keywords: *financial literacy, youth, saving behavior, personal finance, financial planning.*

РОЛЬ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ СБЕРЕГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

Корнейчук М.Л. (Российская Федерация)

*Корнейчук Маргарита Леонидовна – студент бакалавриата
кафедры международного финансового и управленческого учета,
Российский университет транспорта,
г. Москва*

Аннотация: в статье рассматривается роль финансовой грамотности в формировании бережливого поведения молодежи. Актуальность темы обусловлена тем, что молодые люди активно используют банковские карты, мобильные приложения, маркетплейсы, рассрочки и цифровые финансовые сервисы, однако не всегда обладают достаточными навыками рационального управления личными финансами. Цель статьи состоит в раскрытии значения финансовой грамотности как фактора, влияющего на планирование доходов и расходов, создание сбережений, снижение необоснованной долговой нагрузки и принятие осознанных финансовых решений. В работе использованы методы анализа научной литературы, обобщения официальных материалов и логического сравнения подходов к финансовому поведению молодежи. Сделан вывод о том, что финансовая грамотность является важным условием рационального финансового поведения и личной финансовой устойчивости молодых людей.

Ключевые слова: финансовая грамотность, молодежь, бережливое поведение, личные финансы, финансовое планирование.

Финансовая грамотность молодежи остается значимой темой для экономических наук, поскольку именно в молодом возрасте человек начинает принимать первые самостоятельные финансовые решения. Это уже не только распоряжение карманными деньгами или стипендией, но и выбор банковской карты, использование мобильного банка, оплата товаров на маркетплейсах, оформление подписок, рассрочек и других цифровых финансовых сервисов. Такие инструменты делают повседневные операции удобными, но одновременно снижают психологический барьер перед тратами.

Недостаток финансовых знаний в этих условиях может приводить к импульсивным покупкам, отсутствию сбережений и росту зависимости от заемных средств. Молодой человек может понимать, что деньги нужно тратить разумно, но при этом не вести учет расходов, не сравнивать условия финансовых продуктов и не оценивать будущую нагрузку по рассрочкам. По данным Банка России, индекс финансовой грамотности молодежи 14-22 лет вырос с 55 баллов в 2017 г. до 62 баллов в 2024 г., а 61% молодых людей формируют сбережения [4]. Эта динамика положительна, однако она не отменяет необходимости дальнейшего развития практических навыков обращения с деньгами.

Цель статьи – раскрыть роль финансовой грамотности в формировании бережливого поведения молодежи. Для достижения цели необходимо рассмотреть содержание финансовой грамотности, особенности финансового поведения молодых людей, влияние финансовых знаний на привычку к накоплению и основные направления повышения финансовой культуры молодежи.

Финансовая грамотность представляет собой совокупность знаний, навыков и установок, позволяющих человеку принимать обоснованные решения в сфере личных финансов. Она не сводится к знанию отдельных терминов. На практике финансовая грамотность проявляется в умении планировать бюджет, учитывать доходы и расходы, понимать условия кредитов, различать формы сбережений, оценивать риски и выбирать подходящие финансовые продукты [1, с. 49].

Для молодежи эти компетенции имеют особое значение. В этот период формируется привычная модель потребления, отношение к долгам и представление о том, какую часть

дохода можно направлять не только на текущие покупки, но и на будущие цели. Если человек с первых самостоятельных доходов учится откладывать хотя бы небольшую сумму, сбережения постепенно воспринимаются не как случайный остаток денег, а как нормальная часть личного бюджета.

Финансовая грамотность влияет не только на текущее потребление, но и на долгосрочную финансовую устойчивость. Она помогает заранее готовиться к крупным расходам, создавать резерв на непредвиденные ситуации и оценивать финансовые решения не только с позиции «могу купить сейчас», но и с позиции «смогу ли сохранить устойчивость после покупки» [2, с. 158].

Финансовое поведение молодых людей формируется под влиянием доходов, семьи, образования, цифровой среды и личного опыта. Доходы молодежи часто нестабильны: многие студенты зависят от поддержки семьи, получают стипендию, совмещают учебу с подработкой или имеют нерегулярные поступления. При этом расходы могут быть разнообразными: питание вне дома, транспорт, связь, одежда, досуг, техника, подписки и покупки на маркетплейсах.

Существенное влияние оказывают реклама, социальные сети и механизмы онлайн-торговли. Акции, промокоды, рекомендации блогеров и предложения «купить сейчас» сокращают время размышления перед покупкой. В цифровой среде операция выглядит менее ощутимой, чем при оплате наличными, поэтому даже небольшие траты могут постепенно превращаться в заметную часть расходов.

Исследование НАФИ показывает, что 89% представителей поколений «альфа» и «зумеры» считают важным иметь финансовую подушку безопасности, но 27% опрошенных признают, что не строят планы и живут одним днем [5]. Это подтверждает разрыв между пониманием важности накоплений и реальным поведением. Следовательно, молодежи нужны не только знания, но и регулярная практика финансового планирования.

Сберегательное поведение связано с умением планировать бюджет, контролировать расходы и откладывать часть дохода на будущие цели. Для молодежи такими целями могут быть обучение, путешествие, крупная покупка, переезд, первый взнос за жилье, создание финансовой подушки безопасности или начало инвестирования. Важно, что сбережения выступают не только как сумма денег, но и как показатель финансовой дисциплины.

Финансово грамотный молодой человек лучше понимает структуру своих расходов. Он может разделить их на обязательные, желательные и необязательные, а затем определить, какие траты можно сократить без существенного ухудшения качества жизни. Например, учет расходов за месяц часто показывает, что значительная часть денег уходит не на крупные покупки, а на мелкие повторяющиеся платежи, которые сложно заметить без системного контроля.

Финансовая грамотность помогает превратить накопление в заранее запланированное действие. Если сбережения формируются только из того, что осталось в конце месяца, они зависят от случайных покупок и настроения. Более рациональный подход предполагает, что сумма для накоплений определяется заранее и включается в бюджет наряду с обязательными расходами. Даже небольшие, но регулярные отчисления формируют привычку, которая в дальнейшем переносится на более крупные финансовые цели.

Кроме того, финансовая грамотность снижает риск чрезмерного использования кредитов и рассрочек. Осознанное отношение к заемным средствам предполагает оценку полной стоимости продукта, срока платежей, возможных штрафов и влияния обязательств на будущий бюджет. Поэтому грамотное финансовое поведение означает не отказ от всех финансовых инструментов, а их осторожное и обоснованное использование.

Повышение финансовой грамотности молодежи должно быть практико-ориентированным. Теоретические знания важны, но сами по себе они не всегда меняют поведение. Молодым людям нужны задания, связанные с реальными ситуациями: составление личного бюджета, расчет ежемесячных расходов, сравнение условий банковских карт, анализ кредита или рассрочки, выбор способа хранения сбережений и постановка финансовой цели.

Значимую роль в этом процессе играют образовательные организации. В вузах и колледжах финансовая грамотность может изучаться через практические занятия, деловые игры, кейсы и проектные задания. Например, студентам можно предложить смоделировать бюджет на месяц при разных уровнях дохода или сравнить последствия покупки товара сразу, в рассрочку и после накопления нужной суммы.

Не менее важны семья, банки, государство и цифровые образовательные платформы. Семья формирует первые установки: отношение к долгам, привычку обсуждать расходы и понимание ценности накоплений. Государство и Банк России развивают финансовое просвещение через образовательные материалы, специальные проекты и цифровые ресурсы [3]. В материалах Банка России отмечается, что молодежь почти повсеместно использует финансовые технологии: доля пользователей среди молодых людей 14-22 лет выросла с 91 до 96% [4]. Поэтому обучение должно использовать привычные для молодежи каналы: сайты, короткие видео, интерактивные задания, приложения и социальные сети.

Финансовая грамотность является важным условием рационального финансового поведения молодежи. Она помогает планировать доходы и расходы, контролировать повседневные траты, формировать сбережения, избегать необоснованной долговой нагрузки и принимать более обоснованные решения при использовании финансовых продуктов.

Сберегательное поведение молодежи зависит не только от размера дохода. Существенное значение имеют семейный опыт, уровень образования, цифровая среда, личная дисциплина и наличие практических навыков управления бюджетом. Молодые люди могут понимать необходимость накоплений, но без привычки регулярного учета и планирования это понимание не всегда переходит в действие.

Развитие финансовой грамотности должно быть направлено на соединение знаний и практики. Наиболее полезными являются те формы обучения, которые помогают молодежи рассчитывать расходы, ставить финансовые цели, сравнивать финансовые продукты и оценивать последствия кредитных решений. В долгосрочной перспективе это способствует укреплению личной финансовой устойчивости и формированию ответственного отношения к деньгам.

Список литературы / References

1. Финансовая грамотность: учебник для вузов / О.В. Буклемишев, Е.В. Груздева, Е.А. Зубова [и др.]; под ред. Р.А. Кокорева. - М.: Издательство Московского университета, 2021. - 568 с.
2. Кузина О.Е. Финансовая грамотность молодежи // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. - 2009. - № 4 (92). - С. 157-177.
3. Абдураманов А.Я., Кузина О.Е. Связь финансовой грамотности с наличием и размером сбережений российских домохозяйств // Вопросы экономики. - 2026. - № 2. - С. 78-100.
4. Банк России. Исследование уровня финансовой грамотности: пятый этап [Электронный ресурс]. - 2025. - URL: https://cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/research/fin_ed_5/ (дата обращения: 06.07.2026).
5. Аналитический центр НАФИ. Насколько финансово грамотны российские подростки и молодежь до 24 лет [Электронный ресурс]. - 2024. - URL: <https://nafi.ru/polls/naskolko-finansovo-gramotny-rossiyskie-podrostki-i-molodezh-do-24-let/> (дата обращения: 06.07.2026).

CXV INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND
PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION

Boston. USA. July 10-11, 2026
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)



**LIBRARY OF
CONGRESS (USA)**

COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES
PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS



You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material
for any purpose, even commercially.

Under the following terms:

Attribution — You must give appropriate credit,
provide a link to the license, and indicate if changes were made.

You may do so in any reasonable manner,
but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
ShareAlike — If you remix, transform, or build upon the material, you must
distribute your contributions under the same license as the original.

ISBN 978-1-948507-39-4
INTERNATIONAL CONFERENCE

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA