

## Анотація

Ібрагімова Л.А. Формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів–програмістів у процесі професійної підготовки. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 015 – Професійна освіта (за спеціалізаціями). – Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Мелітополь, 2021.

**Зміст анотації.** Дисертаційне дослідження присвячено актуальній проблемі формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів–програмістів у процесі професійної підготовки.

У процесі дослідження проаналізовано здобутки вітчизняних і зарубіжних науковців з проблем професійної підготовки та формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів–програмістів, а також нормативні документи ((Закони України «Про освіту» (2017), «Про вищу освіту» (2014), «Про державну підтримку розвитку індустрії програмної продукції» (2012); Стратегія розвитку інформаційного суспільства в Україні (2013); рекомендації парламентських слухань на теми «Законодавче забезпечення розвитку інформаційного суспільства в Україні» (2014) та «Реформи галузі інформаційно-комунікаційних технологій та розвиток інформаційного простору України» (2016); чинні стандарти вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня спеціальностей галузі знань 12 Інформаційні технології), які регулюють освітній процес у закладах вищої освіти. Отримані результати дали змогу визначити категоріальний апарат дослідження («майбутній інженер-програміст», «компетентність», «професійна компетентність інженерів-програмістів», «алгоритмічна компетентність майбутніх інженерів-програмістів»).

Під поняттям алгоритмічної компетентності будемо розуміти інтегральну власність особистості, яка характеризується визначеним рівнем розвитку алгоритмічного мислення, що може проявлятися в різноманітних формах алгоритмічної діяльності, зокрема: знаннями з фундаментальних

алгоритмів, вміннями розробляти та доопрацьовувати ефективні алгоритми з використанням сучасних технологій.

До характеристик алгоритмічної компетентності можна віднести: багатофункціональність (застосовувати в різних сферах); міждисциплінарність (застосування алгоритмів при вирішенні завдань на стику різних дисциплін); багатомірність (одночасне включення різних розумових процесів та вмінь, абстрактне мислення, аналіз, узагальнення).

До змісту алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів входить: розуміння фундаментальних концепцій і практичних аспектів теорії алгоритмів; здатність комбінувати відомі алгоритми та розробляти нові; вміння застосовувати процес алгоритмізації в різних міждисциплінарних областях; вміння розробляти та впроваджувати алгоритми в майбутній професійній діяльності.

Визначено проблеми, які негативно впливають на формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки, зокрема: когнітивні проблеми, пов'язані зі складністю фундаментальних концепцій теорії алгоритмів; недостатній розвиток у студентів алгоритмічного та логічного мислення та навичок аналізу і синтезу інформації; недостатній рівень базової професійної підготовки з програмування.

На основі аналізу наукових літературних джерел нами зроблено висновок, що проблеми формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки не достатньо відображенні у педагогічних дослідженнях. З огляду на це визначено актуальність і сформульовано тему дисертаційного дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтованні й розробленні педагогічних умов формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки (формування у студентів позитивної мотивації до вивчення та застосування фундаментальних концепцій з теорії алгоритмів в майбутній професійній

діяльності; формування наскрізної змістово-діяльнісної лінії вивчення фундаментальних концепцій і практичних аспектів теорії алгоритмів в межах циклу дисциплін професійної підготовки; застосування доцільних форм, методів та засобів формування алгоритмічної компетентності; використання в освітньому процесі засобів сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання студентів фундаментальним концепціям з теорії алгоритмів).

Розроблено авторську структурно-функціональну модель формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки яка складається з чотирьох блоків: цільового (містить мету та завдання), методологічного (описані наукові підходи, компоненти алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів, педагогічні принципи), змістово-діяльнісного (зміст, форми, методи й засоби формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки), результативного (критерії, рівні й показники сформованості алгоритмічної компетентності, засоби оцінювання й діагностичні методики, очікуваний результат досліджуваного процесу). Між блоками моделі визначено функціональні зв'язки, які забезпечують її єдність як системи, відображують наявні залежності й впливи, уможливають коригування окремих компонентів з урахуванням отриманого результату

Визначено зміст поняття «алгоритмічна компетентність майбутнього інженера-програміста». Уточнено термінологічний апарат дослідження, зокрема: «алгоритмічна компетентність», «алгоритмічне мислення», «професійна компетентність інженерів-програмістів» з урахуванням специфіки професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів у закладах вищої освіти за освітніми програмами першого (бакалаврського) рівня.

Вдосконаленні компонентів алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів (мотиваційний, когнітивний, особистісно-діяльнісний, рефлексивний), критеріїв (сформованість мотивації до застосування у

професійній діяльності фундаментальних концепцій теорії алгоритмів, повнота засвоєння знань з базових алгоритмів, сформованість уміння використовувати фундаментальні алгоритми в професійній діяльності в процесі розробки програмного забезпечення; сформованість професійної рефлексії на особистісному й міжособистісному рівнях, показників і рівнів (високий, середній, низький) її сформованості у процесі формування алгоритмічної компетентності); змісту, форм, методів і засобів формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки.

З метою перевірки ефективності розроблених педагогічних умов формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки в закладах вищої освіти протягом 2018-2020 рр. на базі Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького та Класичного приватного університету (м. Запоріжжя) було організовано і проведено дослідно-експериментальну роботу, яка передбачала два етапи: констатувальний та формувальний. Для проведення експериментальної роботи було залучено 154 здобувача вищої освіти ступеня бакалавра галузі знань 12 Інформаційні технології. До складу контрольної групи ввійшло 75 здобувача вищої освіти, до експериментальної - 79.

Отримані емпіричні дані опрацьовано з використанням методів математичної статистики і представлено у відповідних таблицях та діаграмах.

Аналіз показників на констатувальному етапі експерименту в контрольних та експериментальних групах показав недостатній рівень сформованості алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки. Впровадження в навчальний процес педагогічних умов формування алгоритмічної компетентності, реалізований в експериментальних групах на формувальному етапі експерименту, призвели до суттєвого підвищення рівня знань здобувачів

вищої освіти. Для перевірки достовірності отриманих результатів, було використано критерій Пірсона. Це дає підстави стверджувати про ефективність впровадження педагогічних умов формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів в процесі професійної підготовки.

Практичне значення одержаних наукових результатів полягає в тому, що розроблено та впроваджено у процес формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки навчально-методичні матеріали: робочі програми, навчально-методичні комплекси, дистанційні курси з дисциплін циклу професійної підготовки: «Алгоритми та структура даних» (I курс) та «Програмування» (II курс); удосконалений дистанційний курс з дисципліни «Теорія інформації та кодування» (III курс); методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисциплін «Програмування» (II курс) та «Алгоритми та структура даних» (I курс); мінітренінги, засоби візуалізації навчального матеріалу, тематику навчальних проєктів з дисциплін «Програмування», «Теорія програмування»; засоби оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти.

Матеріали дослідження можуть бути використані викладачами закладів вищої освіти у процесі викладання дисциплін циклу професійної підготовки, у межах яких відбувається навчання фундаментальних концепцій з теорії алгоритмів, розроблення навчально-методичних комплексів із зазначених дисциплін; у системі підвищення кваліфікації інженерів-програмістів та інших фахівців у галузі інформаційних технологій; студентами закладів вищої освіти у процесі самостійної роботи.

Проведене дисертаційне дослідження не вичерпує усіх аспектів формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки. Потребують подальшого дослідження теоретичні і практичні засади впровадження систем адаптивного навчання і діагностики сформованості алгоритмічної компетентності; шляхи оновлення

структури і змісту освітньо-професійних програм підготовки майбутніх інженерів-програмістів з урахуванням сучасного стану комп'ютерних наук та індустрії програмного забезпечення.

**Ключові слова:** професійна підготовка, майбутній інженер-програміст, професійна компетентність, алгоритмічна компетентність, педагогічні умови, модель формування алгоритмічної компетентності.

### **Список публікацій здобувача за темою дисертації.**

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації:

1. Ібрагімова Л.А. Методи та засоби з формування алгоритмічного мислення: аналіз зарубіжного досвіду. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка» «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій»*. 2020. Вип. 30. Т. 1 С. 44-48. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/30-1.8>

2. Ібрагімова, Л. А. Комплементарний аналіз використання потенціалу та можливостей відкритих он-лайн курсів в процесі вивчення дисципліни «Алгоритми та структура даних». *Наукові записки Серія: Педагогічні науки*. Бердянськ : БДПУ, 2019. Вип.1. С. 45-53. DOI: 10.31494/2412-9208-2019-1-1-45-53

3. Ібрагімова Л.А. Використання засобів хмарних технології в процесі вивчення дисципліни «Теорія інформації та кодування. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка»*. «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій». 2019. Вип. 19. Т. 2 С. 168 – 172. DOI: 10.32843/2663-6085

4. Ібрагімова Л. А. Аналіз змісту робочих програм з дисципліни «Алгоритми та структура даних» у закладах вищої освіти. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*. Херсон : 2019. Вип. LXXXVI. С. 252-256. DOI: 10.32999/ksu2413-1865/2019-86-48

5. Ibrahymova L.A. Formation of algorithmic competencies in future software engineers in the process of studying programming. *European Science Review Scientific journal* 2020. № 11–12. p. 21 – 23.

DOI: <https://doi.org/10.29013/ESR-20-11.12-21-23>

Наукові праці, що засвідчують апробацію результатів дисертації:

1. Ібрагімова Л. А. Педагогічні умови формування алгоритмічної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі професійної підготовки. *Педагогіка та психологія сьогодення: теорія та практика Збірник наукових робіт учасників міжнародної науково-практичної конференції* (м. Одеса 22-23 січня 2021 р.). Одеса: ГО Південна фундація педагогіки. 2021. Ч. 2. С. 96-100.

2. Ібрагімова Л.А. Аналіз базових понять з формування алгоритмічної компетентності. *Інформаційні технології в освіті та науці* : Збірник наукових праць. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. Вип. 11. С. 130-134.

3. Ібрагімова Л.А. Особливості використання фреймворків для розробки хмарної архітектури при вивченні баз даних. *Інновації і сучасні бізнес - технології в економіці та управлінні (союз практики): конференції, присвяченої XII Всеукраїнському фестивалю науки та 95 – річчю А. С. Макаренка* (м. Суми 17 –18 травня 2018 р.). Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. С. 181-186.

4. Ібрагімова Л.А., Іванова В.В. Вплив машини тюринга на формування мов програмування високого рівня *Збірник наукових праць магістрантів та студентів ТДАТУ*. Факультет ІКТ. Секція комп'ютерні науки. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. С. 51-53.

5. Ібрагімова Л.А., Павліченко А.І. Переваги використання колекції `ArrayList` при роботі з масивами у мові програмування `C#` *Збірник наукових праць магістрантів та студентів ТДАТУ*. Факультет ІКТ. Секція комп'ютерні науки. ТДАТУ. Мелітополь, 2018. С. 81-86.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. *Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Програмування» II курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки /* укл. Ібрагімова Л.А. Мелітополь : МДПУ, 2018. 90 с.

2. *Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теорія інформації та кодування» III курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки / укл. Ібрагімова Л.А. Мелітополь : МДПУ, 2021. 40 с.*

3. *Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з дисципліни «Алгоритми та структура даних» I курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки / укл. Ібрагімова Л.А. Мелітополь : МДПУ, 2019. 55 с.*

## ABSTRACT

Ibrahimova L.A. Formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of the doctor of philosophy with a specialty in 015 Vocational education (by subject specialization). – Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, 2021.

**Annotation content.** The dissertation research is devoted to the actual problem of formation of algorithmic competence of future engineers-programmers in the process of professional training.

In the course of the research the achievements of domestic and foreign scientists on the problems of professional training and formation of algorithmic competence of future software engineers, as well as normative documents (Laws of Ukraine "On Education" (2017), "On Higher Education" (2014), "On State support for the development of the software industry "(2012); Strategy for the development of the information society in Ukraine (2013); recommendations of parliamentary hearings on " Legislative support for the development of the information society in Ukraine "(2014) and " Reforms of information and communication technologies and information space of Ukraine »(2016); current standards of higher education in Ukraine of the first (bachelor's) level of specialties in the field of knowledge 12 Information Technology), which regulate the educational process in higher education institutions. ", " Professional competence of engineers-n programmers ", " algorithmic competence of future software engineers ").



Under the concept of algorithmic competence we understand the integral property of the individual, which is characterized by a certain level of development of algorithmic thinking, which can manifest itself in various forms of algorithmic activities, including knowledge of fundamental algorithms, skills to develop and refine effective algorithms using modern technologies.

The characteristics of algorithmic competence include: versatility (used in various fields); interdisciplinarity (application of algorithms in solving problems at the junction of different disciplines); multidimensionality (simultaneous inclusion of different mental processes and skills, abstract thinking, analysis, generalization).

The content of algorithmic competence of future software engineers includes: understanding of fundamental concepts and practical aspects of algorithm theory; ability to combine known algorithms and develop new ones; ability to apply the process of algorithmization in various interdisciplinary areas; ability to develop and implement algorithms in future professional activities.

Problems that negatively affect the formation of algorithmic competence of future software engineers in the training process are identified, in particular: cognitive problems associated with the complexity of the fundamental concepts of the theory of algorithms; insufficient development of students' algorithmic and logical thinking and skills of analysis and synthesis of information; insufficient level of basic professional training in programming.

Based on the analysis of scientific literature sources, we concluded that the problems of formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training are not sufficiently reflected in pedagogical research. With this in mind, the relevance and topic of the dissertation research are determined.

The scientific novelty of the obtained results lies in the substantiation and development of pedagogical conditions for the formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training (formation of positive motivation in students to study and apply fundamental concepts in the theory of algorithms in future professional activity; concepts and practical aspects

of the theory of algorithms within the cycle of disciplines; application of appropriate forms, methods and means of forming algorithmic competence; use in the educational process of modern information and communication technologies in teaching students fundamental concepts in the theory of algorithms).

The author's structural and functional model of formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training which consists of four blocks is developed: target (contains the purpose and tasks), methodological (scientific approaches are described, components of algorithmic competence of future software engineers, pedagogical principles). -activity (content, forms, methods and means of forming algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training), effective (criteria, levels and indicators of algorithmic competence, assessment tools and diagnostic techniques, the expected result of the process). Functional connections are defined between the blocks of the model, which ensure its unity as a system, reflect the existing dependencies and influences, allow adjustment of individual components taking into account the obtained result.

The meaning of the concept "algorithmic competence of the future software engineer" is determined. The terminological apparatus of the research has been clarified, in particular: "algorithmic competence", "algorithmic thinking", "professional competence of software engineers" taking into account the specifics of professional training of future software engineers in higher education institutions on educational programs of the first (bachelor) level.

Improving the components of algorithmic competence of future software engineers (motivational, cognitive, personal-activity, reflexive), criteria (formation of motivation for application in professional activities of fundamental concepts of algorithm theory, completeness of mastering knowledge of basic algorithms in learning to form the process of software development; the formation of professional reflection at the personal and interpersonal levels, indicators and levels (high, medium, low) of its formation in the process of forming algorithmic competence);

content, forms, methods and means of forming algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training.

In order to test the effectiveness of the developed pedagogical conditions for the formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training in higher education institutions during 2018-2020 on the basis of Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky and Classical Private University (Zaporozhye) was organized and conducted research and experimental work, which included two stages: ascertaining and formative. 154 candidates of higher education with a bachelor's degree in 12 Information Technologies were involved in the experimental work. The control group included 75 applicants for higher education, the experimental - 79.

The obtained empirical data were processed using the methods of mathematical statistics and presented in the relevant tables and diagrams.

The analysis of indicators at the ascertaining stage of the experiment in the control and experimental groups showed an insufficient level of formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training. The introduction of pedagogical conditions for the formation of algorithmic competence in the educational process, implemented in experimental groups at the formative stage of the experiment, led to a significant increase in the level of knowledge of applicants for higher education. To verify the reliability of the results, Pearson's criterion was used. This gives grounds to assert the effectiveness of the introduction of pedagogical conditions for the formation of algorithmic competence of future software engineers in the training process.

The practical significance of the obtained scientific results is that developed and implemented in the process of formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training educational and methodical materials: working programs, educational and methodical complexes, distance courses in disciplines of the training cycle: data structure "(I course) and" Programming "(II course); advanced distance course in the discipline "Information Theory and Coding" (third year); methodical recommendations for laboratory work

in the disciplines "Programming" (II year) and "Algorithms and data structure" (I year); mini-trainings, means of visualization of educational material, subjects of educational projects in disciplines "Programming", "Theory of programming"; means of assessing the academic achievements of higher education students.

The research materials can be used by teachers of higher education institutions in the process of teaching disciplines of the training cycle, within which the teaching of fundamental concepts in the theory of algorithms, the development of educational and methodological complexes in these disciplines; in the system of advanced training of software engineers and other specialists in the field of information technologies; students of higher education institutions in the process of independent work.

The dissertation research does not cover all aspects of the formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of professional training. Theoretical and practical bases of introduction of systems of adaptive training and diagnostics of formation of algorithmic competence need further research; ways to update the structure and content of educational and professional training programs for future software engineers, taking into account the current state of computer science and software industry.

**Key words:** professional training, future software engineer, professional competence, algorithmic competence, pedagogical conditions, model of algorithmic competence formation.

#### **List of applicant's publications on the topic of the dissertation.**

Scientific works in which the main results of the dissertation are published:

1. Ibrahimova L.A. Methods and tools for the formation of algorithmic thinking: an analysis of foreign experience. *Scientific journal «Innovative pedagogy» «Black Sea Research Institute of Economics and Innovation»*. 2020. Issue 30. V. 1 Pp. 44-48. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/30-1.8>

2. Ibrahimova L.A. Complementary analysis of the use of the potential and opportunities of open online courses in the study of the discipline «Algorithms and

data structure». *Scientific notes Series: Pedagogical sciences. Berdyansk: BSPU, 2019. Issue 1. Pp. 45-53. DOI: 10.31494 / 2412-9208-2019-1-1-45-53*

3. Ibrahimova L.A. The use of cloud technology in the study of the discipline "Information Theory and Coding. *Scientific journal «Innovative pedagogy»*. «Black Sea Research Institute of Economics and Innovation». 2019. Vip. 19. V. 2 Pp. 168 - 172. DOI: 10.32843 / 2663-6085

4. Ibrahimova L.A. Analysis of the content of work programs in the discipline «Algorithms and data structure» in higher education institutions. *Collection of scientific works «Pedagogical sciences»*. Kherson: 2019. Issue LXXXVI. Pp. 252-256. DOI: 10.32999 / ksu2413-1865 / 2019-86-48

5. Ibrahimova L.A. Formation of algorithmic competencies in future software engineers in the process of studying programming. *European Science Review Scientific journal 2020. № 11–12. Pp. 21 – 23.*

DOI: <https://doi.org/10.29013/ESR-20-11.12-21-23>

Scientific works certifying the approbation of the dissertation results:

1. Ibrahimova L.A. Pedagogical conditions for the formation of algorithmic competence of future software engineers in the process of training. *Pedagogy and psychology of today: theory and practice Collection of scientific works of participants of the international scientific-practical conference (Odessa, January 22-23, 2021)*. Odessa: NGO Southern Foundation of Pedagogy. 2021. Ch. 2. pp. 96-100.

2. Ibrahimova L.A. Analysis of basic concepts for the formation of algorithmic competence. *Information technologies in education and science: Collection of scientific works*. Melitopol: FOP Odnorog TV, 2019. Issue. 11. pp. 130-134.

3. Ibrahimova L.A. Features of the use of frameworks for the development of cloud architecture in the study of databases. *Innovations and modern business technologies in economics and management (union of practice): a conference dedicated to the XII All-Ukrainian Festival of Science and the 95th anniversary of*

AS Makarenko (Sumy, May 17-18, 2018). Sumy: Sumy State Pedagogical University named after AS Makarenko, 2018. Pp. 181-186.

4. Ibrahimova L.A. Ivanova VV The influence of the turing machine on the formation of high-level programming languages. *Collection of scientific works of undergraduates and students of TSAU*. Faculty of ICT. Computer Science Section. TSAU. Melitopol, 2018. Pp. 51-53.

5. Ibrahimova L.A., Pavlichenko AI Advantages of using the ArrayList collection when working with arrays in the C # programming language. *Collection of scientific works of masters and students of TSAU*. Faculty of ICT. Computer Science Section. TSAU. Melitopol, 2018. Pp. 81-86.

Papers that additionally reflect the scientific results of the dissertation:

1. *Methodical recommendations for laboratory work in the discipline "Programming" of the second year of the specialty 122 Computer Science / incl.* Ibrahimova L.A. Melitopol: MSPU, 2018. 90 p.

2. *Methodical recommendations for laboratory work in the discipline "Information Theory and Coding" III year of the specialty 122 Computer Science / incl.* Ibrahimova L.A. Melitopol: MSPU, 2021. 40 p.

3. *Methodical recommendations for independent work in the discipline "Algorithms and data structure" and the course of the specialty 122 Computer Science / incl.* Ibrahimova L.A. Melitopol: MSPU, 2019. 55 p.