

А.Е. Сағымбаева¹ , А.Б. Жамкеева^{1*} , А.Е. Жаксылыков² , А.Е. Қожан¹ 

¹ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

² Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан

*e-mail: zhamkeeva.aikenzhe@mail.ru

СТУДЕНТТЕРДІҢ ПРОГРАММАЛАУ ЕСЕПТЕРІН ШЕШУ КӨРСЕТКІШІН БАҒАЛАУ МОДЕЛІ

Аңдатпа

Қазіргі жоғары оқу орындарында программалауды оқыту барысында студенттердің тек соңғы алынған нәтижесін ғана емес, есепті шешу үдерісінде көрінетін танымдық және алгоритмдік әрекеттерін бағалау өзекті мәселе болып табылады. Зерттеудің мақсаты — студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткіштерін педагогикалық тұрғыдан жүйелеп, оларды сандық өлшемдер арқылы бағалауға мүмкіндік беретін бағалау моделін ұсыну. Зерттеудің міндеттері студенттердің есепті шешу барысында көрінетін негізгі көрсеткіштерді анықтау, оларды бағалау критерийлерімен байланыстыру және ұсынылған модельдің тиімділігін эксперименттік тұрғыда тексеру болып табылады. Зерттеу әдіснамасы педагогикалық экспериментке және сандық талдау әдістеріне негізделді. Экспериментке Python программалау тілі бойынша білім алатын 94 студент қатысты. Студенттерге қиындық деңгейі әртүрлі (жеңіл, орта және күрделі) программалау тапсырмалары ұсынылып, олардың шешімдері есепті түсіну, алгоритмдік ойлау, дұрыстық, тиімділік, код сапасы, шеттік жағдайларды өңдеу және шешімді түсіндіру қабілеті сияқты жеті педагогикалық көрсеткіш бойынша бағаланды. Сонымен қатар, бағалау барысында есептің қиындық деңгейін ескеретін қиындық коэффициенті енгізілді. Зерттеу нәтижелері есептің күрделілік деңгейі артқан сайын студенттердің дұрыс шешу көрсеткіштері төмендейтінін және бұл төмендеу негізінен алгоритмнің тиімділігі, шеттік жағдайларды өңдеу және шешімді түсіндіру сияқты жоғары деңгейлі көрсеткіштермен байланысты екенін көрсетті. Ұсынылған бағалау моделі студенттердің программалау есептерін шешу қабілетін кешенді түрде талдауға және дәстүрлі бағалау тәсілдерімен салыстырғанда олардың оқу жетістіктерін тереңірек бағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері программалауды оқыту үдерісінде бағалаудың педагогикалық негізделген жаңа тәсілдерін дамытуға үлес қосады.

Түйін сөздер: программалау, есепті шешу көрсеткіші, бағалау, алгоритмдік ойлау, есептің қиындық деңгейі, Блум таксономиясы.

А.Е. Сағымбаева¹, А.Б. Жамкеева¹, А.Е. Жаксылыков², А.Е. Қожан¹

¹ Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

² Университет Торайғырова, г. Павлодар, Казахстан

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ СТУДЕНТАМИ

Аннотация

В современных условиях обучения программированию в высших учебных заведениях актуальной является задача оценки не только конечного результата, но и когнитивных и алгоритмических действий студентов, проявляющихся в процессе решения задач. Целью данного исследования является разработка педагогически обоснованной модели оценки показателей решения задач по программированию студентами. Задачами исследования являются определение ключевых показателей решения задач по программированию, их связь с критериями оценивания и экспериментальная проверка эффективности предложенной модели. Методология исследования основана на педагогическом эксперименте и методах количественного анализа. В эксперименте приняли участие 94 студента, изучающие программирование на языке Python. Студентам были предложены задания, дифференцированные по уровню сложности (низкий, средний и высокий). Решения оценивались по семи педагогическим показателям: понимание условия задачи, алгоритмическое мышление,

корректность, эффективность, качество кода, обработка граничных случаев и способность объяснять решение. При оценивании также учитывался коэффициент сложности задания. Результаты исследования показали, что с увеличением сложности задач снижается показатель их корректного решения, при этом наибольшие трудности у студентов возникают на этапах построения эффективных алгоритмов, обработки граничных случаев и объяснения полученных решений. Предложенная модель оценки позволяет комплексно анализировать процесс решения задач по программированию и выявлять сильные и слабые стороны подготовки студентов. Полученные результаты вносят вклад в развитие педагогически обоснованных подходов к оцениванию результатов обучения программированию и могут быть использованы в практике высшего образования.

Ключевые слова: программирование, показатель решения задачи, оценивание, алгоритмическое мышление, уровень сложности задачи, таксономия Блума.

A.Sagymbaeva¹, A.Zhamkeeva¹, A.Zhaksylykov², A.Kozhan¹

¹ Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan

² Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

ASSESSMENT OF STUDENTS' ABILITY TO SOLVE PROGRAMMING PROBLEMS BASED ON GENAI TECHNOLOGY

Abstract

In contemporary higher education, assessing students' programming performance requires going beyond evaluating final results to considering the cognitive and algorithmic processes involved in problem solving. The aim of this study is to develop a pedagogically grounded assessment model for evaluating students' programming problem-solving performance using measurable indicators. The objectives of the study include identifying key problem-solving indicators in programming, linking them to assessment criteria, and experimentally validating the effectiveness of the proposed model. The research methodology is based on a pedagogical experiment and quantitative data analysis. The experiment involved 94 undergraduate students studying Python programming. Students were assigned programming tasks differentiated by difficulty level (easy, medium, and hard), and their solutions were evaluated using seven pedagogical indicators: problem understanding, algorithmic thinking, correctness, efficiency, code quality, handling of edge cases, and explanation ability. In addition, a difficulty coefficient was introduced to account for task complexity in the final assessment. The results indicate that as task difficulty increases, students' correct solution rates decrease, particularly in higher-level tasks requiring efficient algorithm design, edge-case handling, and solution explanation. The findings demonstrate that the proposed assessment model enables a comprehensive evaluation of students' programming problem-solving performance by capturing both process-oriented and outcome-based aspects. Compared to traditional assessment approaches, the model provides deeper insight into students' strengths and weaknesses and supports more balanced and fair evaluation. The study contributes to the development of pedagogically informed assessment practices in programming education and offers a foundation for further research on adaptive and process-based evaluation models.

Keywords: programming, problem-solving performance evaluation, algorithmic thinking, task difficulty level, Bloom's taxonomy.

Кіріспе

Негізгі ережелер. Зерттеуде студенттердің программалау есептерін шешу нәтижесін ғана емес, есепті шешу үдерісінде көрінетін педагогикалық көрсеткіштерді кешенді бағалауға мүмкіндік беретін бағалау моделі ұсынылды. Модель есепті түсіну, алгоритмдік ойлау, дұрыстық, тиімділік, код сапасы, шеттік жағдайларды өңдеу және шешімді түсіндіру қабілеті сияқты көрсеткіштерге негізделеді және есептің қиындық деңгейін ескереді. Эксперимент нәтижелері есептің қиындығы артқан сайын студенттердің шешу көрсеткіштері төмендейтінін көрсетті. Ұсынылған модель дәстүрлі бағалау тәсілдерімен салыстырғанда студенттердің программалау есептерін шешу қабілетін тереңірек және әділ бағалауға мүмкіндік береді. Бүгінгі күні ЖОО-да программалауды оқыту барысында студенттердің тек программа құру дағдыларын ғана емес, олардың логикалық ойлауын, талдау қабілетін және күрделі есептерді жүйелі түрде шешу дағдыларын қалыптастыру маңызды болып табылады. Жалпы программалау курстары бойынша есептерді шешу үдерісі студенттердің берілген

есептің шартын түсінуден бастап, алгоритм құруы, есепті шешудің тиімді әдісін таңдауы және шығарған есебінің нәтижесін түсіндіре алуы сияқты бірқатар танымдық әрекеттерді қамтуы қажет. Бұл танымдық әрекеттер студенттердің ойлау деңгейін көрсете отырып Блум таксономиясында сипатталған деңгейлерге сәйкес болуы шарт [1]. Программалау есептерін шешу барысында студент есептің шартын талдайды, оны бөліктерге бөліп жіктейді, есептің маңызды элементтерін бөліп анықтап, алгоритм құрады. Студенттердің осындай әрекеттері Computational Thinking тұжырымдамасында сипатталған декомпозиция, абстракция және алгоритмді құру әрекеттермен тікелей байланысты болады [2].

Халықаралық тәжірибеде программалау есептерін бағалау тек дұрыс нәтижені тексерумен шектелмей, шешімнің тиімділігін, кодтың сапасын, шеттік жағдайларды өңдеуін және алынған шешімді түсіндіру қабілетін ескеруді талап етеді. Мұндай бағалау критерийлері АСМ және IEEE ұсынған білім беру стандарттарында нақты көрсетілген. Аталған ұсынымдар программалау тапсырмаларын бағалауда студенттің тек дұрыс нәтиже алуын ғана емес, алгоритмдік шешімнің тиімділігін, кодтың құрылымдық сапасын, ерекше жағдайларды өңдеуін және шешімді түсіндіру қабілетін ескеру қажеттігін айқындайды [3].

Дегенмен, оқытушылар көп жағдайларда студенттердің жазған программаларының соңғы нәтижесінің дұрыстығын тексеріп, бағалаумен ғана шектеліп жатады. Дәстүрлі бағалау тәсілдері көбінесе соңғы нәтижеге сүйенетіндіктен, студенттің есепті қалай шешкенін толық ашып бере алмайды. Программалауда тек соңғы нәтижені бағалау студенттің есепті шешу барысындағы логикалық ойлауын, алгоритмдік әрекетін, сонымен қатар, олардың шешім қабылдау үдерісін толығымен ашып көрсете алмайды.

Сонымен, студенттердің программалаудан шығарған есептерін бағалауда тек соңғы алған нәтижесін ғана бағаламай, есепті шешу барысында көрінетін олардың ойлау әрекеттерін, алгоритмдік шешім қабылдау және шешімді түсіндіру қабілетін есепке ала отырып бағалау қажеттілігі туындайды. Бұл студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткіштерін педагогикалық тұрғыдан жүйелей отырып, оларды сандық өлшемдер арқылы бағалайтын және есептің қиындық деңгейін ескеретіндей бағалау моделін жасауды талап етеді.

Бүгінгі күні GenAI технологиялары студенттердің программалау іс-әрекеттерін талдауды автоматтандыруға мүмкіндік береді және зерттеу барысында GenAI технологиялары көрсеткіштерді сандық анықтауға көмекші құрал ретінде қолданылады.

Зерттеудің мақсаты - студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткішін бағалау моделі ұсынып, оның тиімділігін эксперименттік тұрғыда негіздеу.

Зерттеудің міндеттері:

- студенттердің программалаудан есепті шешу көрсеткіштерін теориялық тұрғыдан негіздей отырып, жүйелеу;
- студенттердің программалаудан есепті шешу көрсеткіштерін сандық өлшемдер және есептің қиындық деңгейлерін ескеретін бағалау моделін жасау;
- жасалған модельдің тиімділігін дәстүрлі бағалау нәтижелерімен салыстыра отырып дәлелдеу.

Әдебиеттерге шолу

Программалаудан студенттердің есептерді шығаруын бағалауда олардың танымдық іс-әрекеттерін ескеру қажеттілігі Thompson және т.б., Fuller зерттеулерінде қарастырылған. Авторлар Блум таксономиясының деңгейлерін программалаудан емтиханда берілетін есептерге бейімдеп, программалаудан бірізді қолданудың маңыздылығын көрсетеді. Зерттеу нәтижелері программалаудан шығарылған есептерді бағалау студенттің тек дұрыс жауап беруін ғана емес, есептің шартын түсіну (Understand), алгоритмді қолдану (Apply), шешімді талдау (Analyze), оны бағалау (Evaluate) және тиімді шешім құрастыру (Create) сияқты танымдық әрекеттерді ескеруді талап ететінін дәлелдейді [4, 5]. Мысалы, есептің шартын түсіну есептің кіріс және шығыс деректерін дұрыс анықтаудан көрінсе, алгоритмді қолдану есепті шешудің қадамдық жоспарын құрумен сипатталады. Шешімді талдау мен бағалау

программаның дұрыстығын тексеру және қателерді анықтау әрекеттерінде байқалады, ал тиімді шешім құрастыру студенттің уақыт пен ресурсты үнемдейтін оңтайлы алгоритм таңдауынан көрінеді.

Computational Thinking тұжырымдамасында программалау есептерін шешу үдерісі есепті бөліктерге жіктеу (decomposition), маңызды элементтерін айқындау (abstraction), ұқсастықтарды анықтау (pattern recognition) және алгоритмдік шешім құру (algorithm design) сияқты қадамдары сипатталады [2]. Бұл қадамдар программалау тапсырмасын орындау барысында студенттің есепті шешу тәсілін сипаттайды. Демек, программалау есебін шешу тек код жазу емес, жүйелі талдауды, логикалық құрылымдауды және алгоритм құру сияқты әрекеттерді қамтитын күрделі үдеріс болып табылады.

Соңғы жылдардағы зерттеулерде программалаудан студенттердің білімін бағалаудың негізгі көрсеткіштерінің бірі ретінде есепті шешу көрсеткіші кеңінен қарастырылады. Бұл көрсеткіш студенттің тек программалау тілінің синтаксисін меңгеруін ғана емес, есепті талдау, шешу жолын жоспарлау, жүзеге асыру және нәтижені тексеру сияқты танымдық қабілеттерін кешенді түрде сипаттайды.

Зерттеулерде программалау есептерін шешу үдерісі есептің шартын түсіну, шешімді жоспарлау, орындау және тексеру кезеңдерінен тұратыны көрсетіліп, бұл әрекеттер оқу жетістігімен тікелей байланысты екені дәлелденеді (Oka & Ohnishi) [6]. Сонымен қатар, есепті шешу қабілеті алгоритмдік ойлау, логикалық жоспарлау және шешімді тексеру әрекеттерінің жиынтығы ретінде сипатталып, студенттердің жалпы программалау жетістігін болжауда сенімді индикатор екені айқындалады (Kožuh et al.) [7].

Есепті шешу дағдыларын құрылымдық компоненттер мен нақты өлшенетін индикаторлар жүйесі ретінде қарастыруға болатыны да зерттеулерде көрсетіледі (Lertyosbordin et al.). Бұл жұмыстар problem solving үдерісін педагогикалық бағалауға жарамды индикаторлар жүйесі ретінде қарастыруға негіз болады [8].

Соңғы зерттеулерде GenAI құралдарын қолдану жағдайында да есепті шешу үдерісі талданады. Студенттердің кодты қабылдау, өзгерту және қайта жазу әрекеттері есепті шешу индикаторлары ретінде қарастырылатыны көрсетілсе (Tan et al.) [9], басқа зерттеулерде өнімділік артқанымен, логикалық түсіну әрдайым жоғары бола бермейтіні айтылады (Shihab et al.) [10]. Бұл нәтижелер есепті шешу көрсеткішін бағалауда тек нәтиже мен уақыт емес, логикалық түсіну деңгейін де ескеру қажеттігін дәлелдейді.

Сонымен қатар, программалау тапсырмаларын бағалау критерийлері халықаралық білім беру стандарттарында нақты көрініс тапқан. АСМ және IEEE ұсынымдарында программалау тапсырмаларын бағалау тек нәтиженің дұрыстығымен шектелмей, алгоритмнің тиімділігі, кодтың құрылымдық сапасы, ерекше жағдайларды өңдеу қабілеті және шешімді түсіндіру сияқты аспектілерді қамтуы тиіс екендігі атап көрсетіледі.

Қазақстандық зерттеулерде программалаудан студенттердің білімін бағалау критерийлері мен дескрипторларын жүйелеу мәселесі де қарастырылады. Сағымбаева және т.б. (2025) еңбегінде программалау тапсырмаларын бағалауда есептің соңғы нәтижесімен қатар алгоритмдік шешімнің құрылымы, орындалу логикасы және шешімді түсіндіру сияқты сапалық аспектілерді ескеретін критерийлер мен дескрипторлар ұсынылады [11].

Жоғарыда қарастырылған теориялық және эмпирикалық зерттеулер программалау есебін шешу студенттің танымдық және алгоритмдік әрекеттерінің жиынтығы екенін көрсетеді. Блум таксономиясы бұл әрекеттердің когнитивтік сипатын айқындаса, Computational Thinking тұжырымдамасы олардың есепті шешу барысында қалай жүзеге асатынын сипаттайды. Сонымен қатар, problem solving бағытындағы зерттеулер бұл әрекеттерді өлшенетін көрсеткіштер ретінде қарастыруға болатынын дәлелдейді. Осы тұжырымдарды негізге ала отырып, студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткіштерінің жүйесін былай анықтауға болады: есепті түсіну (U), алгоритмдік ойлау (Alg), дұрыстық (C), тиімділік (Ef), код сапасы (Q), шеттік жағдайларды (Ed) және шешімді түсіндіру қабілеті (Ex) (1-кесте).

Кесте 1. Есепті шешу көрсеткіштерін бағалау критерийлері

<i>Көрсеткіштер</i>	<i>Сипаттамасы</i>
<i>Есепті түсіну (U)</i>	<i>Шартты дұрыс талдау</i>
<i>Алгоритмдік ойлау (Alg),</i>	<i>Шешу әдісін дұрыс таңдау</i>
<i>Дұрыстық (C)</i>	<i>Есеп дұрыс шешілуі</i>
<i>Тиімділік (Ef)</i>	<i>Уақыт/жадты үнемді қолдану</i>
<i>Код сапасы (Q)</i>	<i>Кодтың оқылымдылығы, құрылымы</i>
<i>Шеттік жағдайлар (Ed)</i>	<i>Шеттік/ерекше жағдайларда да дұрыс жұмыс істеуі</i>
<i>Түсіндіру қабілеті (Ex)</i>	<i>Өз шешімін дәлелдей алу</i>

Сонымен, студенттердің программалаудан есепті шешу көрсеткіштерін дұрыс, тиімді және саналы түрде орындау деңгейін сипаттайтын өлшенетін критерийлер жиынтығы деп түсінеміз.

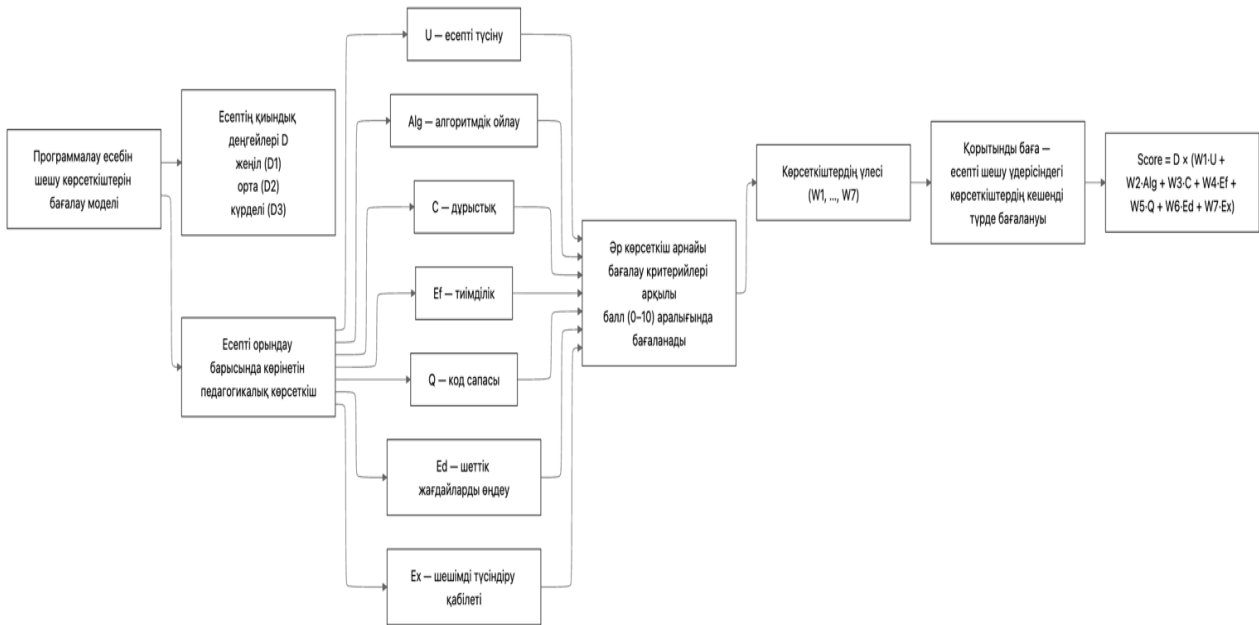
Зерттеу әдіснамасы

Экспериментке Абай атындағы ҚазҰПУ-нің «Информатика» оқу бағдарламасының студенттері, барлығы 94 студент қатысты. Студенттерге «Python программалау тілінен» қиындық деңгейі бойынша сараланған программалау тапсырмасы жеңіл (D1), орта (D2) және қиын (D3) берілді. Тапсырмалар бірдей уақыт аралығында, бірдей техникалық ортада орындалды. Эксперимент барысында әр студенттің есепті шешу әрекетін сипаттайтын келесі деректер: тапсырманы орындауға жұмсалған уақыт, қате саны, түзету әрекеттері, соңғы код нұсқасы, кодтың құрылымдық сапасы, шеттік жағдайларды өңдеуі және шешімді түсіндіруі тіркеліп отырды. Жиналған ақпараттар негізінде студенттердің есептерді шешу көрсеткіштері сандық өлшемдерге түрлендіріліп, ұсынылған студенттердің есепті шығару көрсеткіштерінің моделі бойынша қорытынды балл есептелді. Оқытушының рубрика негізіндегі дәстүрлі бағасы модельдің нәтижелерімен салыстырылды. Жоғарыда қарастырылған теориялық және эмпирикалық зерттеулерді негізге ала отырып, студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткішін бағалау моделі жасалды. Бұл модель студенттің тек соңғы нәтижесін емес, есепті шешу үдерісіндегі танымдық және алгоритмдік әрекеттерін сандық көрсеткіштер арқылы бағалауға мүмкіндік береді. Студенттердің программалаудан есепті шешу көрсеткіштерді педагогикалық бағалау құралы ретінде қолдану үшін оларды біртұтас бағалау моделіне біріктіру қажеттілігі туындады. Осы зерттеуде студенттердің программалау есептерін шешу барысында көрінетін көрсеткіштер сандық өлшемдерге түрлендіріліп, бағалау моделіне енгізілді (1-сурет). Бағалау моделі студенттің есепті орындау барысында көрінетін жеті педагогикалық көрсеткішке негізделді: есепті түсіну (U), алгоритмдік ойлау (Alg), дұрыстық (C), тиімділік (Ef), код сапасы (Q), шеттік жағдайларды өңдеу (Ed) және шешімді түсіндіру қабілеті (Ex). 2-кестеде берілген әр көрсеткіштің дескрипторлары және арнайы бағалау критерийлері арқылы 0–10 аралығында бағаланады.

Кесте 2. Студенттердің есептерді шешу көрсеткіштері бойынша дескрипторлар

<i>Көрсеткіштер</i>	<i>Дескрипторлар</i>
<i>Есепті түсіну (U)</i>	<i>Есеп шартын толық және дұрыс түсіну; Кіріс және шығыс деректерін дұрыс анықтау; Шектеулер мен талаптарды ескеру; Негізгі мәселені нақты айқындау</i>
<i>Алгоритмдік ойлау (Alg)</i>	<i>Шешу әдісін дұрыс таңдау; Логикалық реттілікті сақтау; Қадамдардың жүйелілігі мен толықтығы; Тиімді стратегия қолдану</i>
<i>Дұрыстық (C)</i>	<i>Дұрыс нәтиже шығару; Есептеулердің дәлдігі; Барлық жағдайларда дұрыс жұмыс істеу</i>

Тиімділік (Ef)	Уақыттық күрделіліктің тиімділігі; Жадыны тиімді пайдалану; Артық операциялардың болмауы
Код сапасы (Q)	Кодтың оқылымдылығы; Айнымалылардың мағыналы аталуы; Құрылымының реттелгендігі; Түсініктемелердің орынды қолданылуы
Шеттік жағдайларды өңдеу (Ed)	Шеттік мәндерді ескеру; Ерекше жағдайларда тұрақты жұмыс істеу; Қате енгізулерді өңдеу
Шешімді түсіндіру қабілеті (Ex)	Шешімді нақты және жүйелі түсіндіру; Қадамдарды негіздей алу; Терминдерді дұрыс қолдану; Сұрақтарға дәл жауап беру



Сурет 1. Программалау есептерін шешу көрсеткіштерін бағалау моделі

Сонымен қатар, бағалау барысында есептің қиындық деңгейі ескеріліп, жеңіл (D1), орта (D2) және күрделі (D3) тапсырмалар үшін қиындық коэффициенті енгізілді. Бұл коэффициент студенттің күрделі есептерді шешу қабілетін бағалауда маңызды рөл атқарады.

Көрсеткіштер бойынша алынған баллдар салмақтық коэффициенттер арқылы біріктіріліп, студенттің программалау есебін шешу көрсеткішінің қорытынды бағасы келесі формула бойынша есептеледі (1):

$$\text{Score} = D \times (W_1 U + W_2 \text{Alg} + W_3 C + W_4 \text{Ef} + W_5 Q + W_6 \text{Ed} + W_7 \text{Ex}) \quad (1)$$

мұндағы, U, Alg, C, Ef, Q, Ed, Ex – көрсеткіш балдары; W₁... W₇ – көрсеткіштердің үлесі

Осылайша, ұсынылған модель студенттің тек соңғы нәтижесін емес, есепті шешу үдерісіндегі әрекеттерін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді. Студенттердің есепті шығару көрсеткіштерінің моделінің тиімділігі дәстүрлі бағалаумен сәйкестігі, есептің қиындық деңгейлері бойынша тұрақтылығы және көрсеткіштердің бағалауға әсері тұрғысынан талданды.

Зерттеу нәтижелері

Зерттеуге Python программалау тілі бойынша білім алатын 94 студент қатысты. Эксперимент барысында барлық студенттерге бірдей 6 программалау есебі ұсынылды. Есептер қиындық деңгейіне қарай үш топқа бөлінді: бастапқы деңгей (D1) (2 есеп), орташа деңгей (D2) (2 есеп) және күрделі деңгей (D3) (2 есеп). Студенттердің шешімдері алдын ала дайындалған эталон алгоритмдер негізінде логикалық тұрғыда тексерілді. (3-кесте).

Кесте 3. Деңгейлік есептердің орындалу нәтижелері

Деңгей	Есеп саны	Дұрыс шешілген есептер саны	Дұрыс шешу көрсеткіші (%)
1-деңгей (D1)	2	186 / 188	98,94
2-деңгей (D2)	2	186 / 188	98,94
3-деңгей (D3)	2	108 / 188	57,45
Барлығы	6	480 / 564	85,11

Зерттеу аясында берілген есептердің жалпы саны $N=94 \times 6=564$. Логикалық тексеру нәтижесінде дұрыс шешілген есептер саны $D=480$. Осыған сәйкес, есептердің жалпы дұрыс шешілу көрсеткіші $K=85,11\%$ болды.

2-суретте есептердің қиындық деңгейіне байланысты студенттердің дұрыс шешу көрсеткіштерінің өзгерісі көрсетілген. Диаграмма нәтижелері бірінші және екінші деңгейдегі есептер бойынша дұрыс шешілу көрсеткіштерінің жоғары екенін, ал үшінші деңгейдегі есептерде бұл көрсеткіштің айтарлықтай төмендейтінін көрсетеді. Бұл айырмашылық есептің күрделілігі артқан сайын студенттердің алгоритмдік ойлау және тиімді шешім құру дағдыларына қойылатын талаптың күшейетінін дәлелдейді. Сонымен қатар, үшінші деңгейдегі есептерде шеттік жағдайларды өңдеу және оңтайлы алгоритм таңдау сияқты әрекеттерде қиындықтар туындайтыны байқалады. Алынған нәтижелер есептің қиындық деңгейін бағалау барысында ескерудің маңыздылығын көрсетеді.

Есептің дұрыс шешілу көрсеткіші (%)



Сурет 2. Программалау есептерінің қиындық деңгейі бойынша дұрыс шешілу көрсеткіштері

Бұл нәтиже студенттердің Python программалау тілінде есептерді шешу дағдыларының жалпы деңгейі жеткілікті қалыптасқанын көрсетеді.

Деңгейлер бойынша нәтижелер

Әр есеп бойынша жүргізілген талдау нәтижелері есептің қиындық деңгейі артқан сайын дұрыс шешілу көрсеткішінің төмендейтінін көрсетті (4-кесте).

Кесте 4. Жеке есептер бойынша дұрыс шешілу нәтижелері

№	Берілген есептердің шарттары	Деңгей	Дұрыс орындаған студенттер саны	%
1	Екі бүтін сан a және b берілген, мұнда $b \neq 0$. a санының b санына қалдықсыз бөлінетінін тексеріңіз.	D1	92	97,87
2	Координаталық жазықтықта $A(x_1; y_1)$ және $B(x_2; y_2)$ нүктелері берілген. Осы нүктелер арасындағы қашықтық шеңбердің	D1	94	100

	<i>радиусы десек, радиус арқылы анықталатын шеңбердің ауданын табыңыз.</i>			
3	<i>n натурал саны берілген ($n > 1$). Берілген санның жай сан немесе құрама сан екенін анықтау қажет.</i>	D2	93	98,94
4	<i>Екі бүтін сан a және b берілген. Осы сандардың ең үлкен ортақ бөлгішін анықтаңыз.</i>	D2	93	98,94
5	<i>n элементтен тұратын A массиві, l және r индекстері берілген ($1 \leq l \leq r \leq n$). (l,r) аралығындағы қосындыны табыңыз.</i>	D3	58	61,70
6	<i>n натурал саны берілген. 1-ден n-ге дейінгі барлық натурал сандардың қосындысын табыңыз.</i>	D3	50	53,19

Кестеде көрсетілген нәтижелер есептердің қиындық деңгейіне байланысты студенттердің дұрыс шешу көрсеткіштерінің өзгеретінін көрсетеді. Бірінші және екінші деңгейдегі есептерде дұрыс шешілу көрсеткіштері жоғары болғанымен, үшінші деңгейдегі есептерде бұл көрсеткіштің айтарлықтай төмендегені байқалады. Бұл айырмашылық әсіресе алгоритмдік тиімділікті және есепті шешудің оңтайлы тәсілдерін талап ететін тапсырмаларда анық көрінеді.

Аталған нәтижелер студенттердің есептің шартын түсіну мен дұрыс нәтиже алуға бағытталған әрекеттері жеткілікті деңгейде қалыптасқанын, алайда күрделі есептерде алгоритмдік ойлау, тиімділік және шеттік жағдайларды өңдеу сияқты жоғары деңгейлі көрсеткіштерде қиындықтар туындайтынын көрсетеді.

Алайда алынған нәтижелерді тек дұрыс немесе бұрыс шешім көрсеткіші арқылы талдау студенттердің есепті шешу үдерісіндегі нақты қиындықтарын толық ашып көрсете алмайды. Мысалы, кейбір студенттер есептің шартын дұрыс түсініп, жұмыс істейтін шешім ұсынғанымен, алгоритмнің тиімділігі, кодтың құрылымдық сапасы немесе шеттік жағдайларды өңдеу сияқты аспектілерде кемшіліктерге жол берген. Осыған байланысты келесі кезеңде есептердің орындалу нәтижелері есепті шешу көрсеткіштерімен байланыстыра отырып талданды. Бұл талдау нәтижесінде байқалған қиындықтар мен жетістіктер 5-кестеде ұсынылған есепті шешу көрсеткіштері тұрғысынан жүйеленді.

Кесте 5. Есепті шешу көрсеткіштеріне байланысты интерпретация

<i>Байқалған нәтиже</i>	<i>Есепті шығару көрсеткішіне байланысты</i>
<i>D1, D2-де жоғары нәтиже</i>	<i>U, C</i>
<i>D3-де нәтиженің төмендеуі</i>	<i>Alg, Ef</i>
<i>Тиімді әдіс талап ететін есептерде қиындық</i>	<i>Ef</i>
<i>Күрделі есептерде қате көп</i>	<i>Ed</i>
<i>Шешімді түсіндіруде айырмашылық бар</i>	<i>Ex</i>

5-кестеде келтірілген интерпретация нәтижелері деңгейлік есептер бойынша алынған көрсеткіштердің есепті шешу үдерісіндегі нақты қиындықтармен байланысты екенін көрсетеді. Атап айтқанда, бірінші және екінші деңгейдегі есептерде жоғары нәтижелер есепті түсіну (U) мен дұрыстық (C) көрсеткіштерінің жақсы қалыптасқанын айқындаса, үшінші деңгейдегі есептерде нәтижелердің төмендеуі алгоритмдік ойлау (Alg), тиімділік (Ef) және шеттік жағдайларды өңдеу (Ed) көрсеткіштерімен тығыз байланысты екені байқалады. Бұл

студенттердің қарапайым есептерді дұрыс орындағанымен, күрделі және оңтайлы шешімді талап ететін тапсырмаларда қиындықтарға тап болатынын көрсетеді.

Ұсынылған бағалау моделінің қолданылуын көрсету мақсатында студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткіштері бойынша алынған эмпирикалық деректер негізінде қорытынды бағалар есептелді. Әр студенттің есепті орындау нәтижелері есепті түсіну (U), алгоритмдік ойлау (Alg), дұрыстық (C), тиімділік (Ef), код сапасы (Q), шеттік жағдайларды өңдеу (Ed) және шешімді түсіндіру қабілеті (Ex) көрсеткіштері бойынша 0–10 аралығында бағаланды. Әр көрсеткіш үшін 94 студенттің баллдары бойынша орташа мәндер есептелді. Алынған орташа мәндер бағалау моделінің формуласына енгізіліп, студенттердің программалау есебін шешу көрсеткішінің қорытынды бағасы анықталды. Қиындық деңгейіне байланысты бағалау барысында есептердің қиындық коэффициенті ескерілді: бірінші деңгей үшін $D1 = 1.0$, екінші деңгей үшін $D2 = 1.2$ және үшінші деңгей үшін $D3 = 1.5$ деп қабылданды.

Осылайша, қорытынды бағалар студенттердің жеке есепті орындау нәтижелеріне ғана емес, есептің қиындық деңгейіне және есепті шешу барысында көрінетін педагогикалық көрсеткіштердің жиынтығына негізделіп есептелді. Бұл тәсіл студенттердің программалау есептерін шешу қабілетін кешенді түрде бағалауға және әртүрлі деңгейдегі тапсырмаларды орындау нәтижелерін өзара салыстыруға мүмкіндік береді.

Дискуссия

Бұл зерттеуде алынған нәтижелер студенттердің программалау есептерін шешу қабілеті есептің қиындық деңгейіне және есепті шешу барысында орындалатын әрекеттердің сипатына тікелей байланысты екенін көрсетті. Деңгейлік тапсырмалар бойынша жүргізілген талдау бірінші және екінші деңгейдегі есептерде дұрыс шешілу көрсеткіштерінің жоғары екенін, ал үшінші деңгейдегі есептерде бұл көрсеткіштің айтарлықтай төмендейтінін анықтады. Бұл жағдай программалауда қарапайым синтаксистік және тікелей алгоритмдерді қолдану жеткіліксіз болып, күрделі есептерде алгоритмдік ойлау мен тиімді шешім құрудың маңызы артатынын көрсетеді. Нәтижелерді есепті шешу көрсеткіштері тұрғысынан талдау студенттердің есептің шартын түсіну (U) мен дұрыс нәтиже алуға (C) бағытталған әрекеттері жеткілікті деңгейде қалыптасқанын көрсетті. Алайда алгоритмнің тиімділігі (Ef), шеттік жағдайларды өңдеу (Ed) және шешімді түсіндіру қабілеті (Ex) көрсеткіштері бойынша нәтижелердің төмен болуы студенттердің есепті терең талдау және оңтайлы шешім құру кезеңдерінде қиындықтарға тап болатынын айқындайды. Бұл байқаулар алдыңғы зерттеулерде көрсетілген программалауды оқытудағы негізгі мәселелермен сәйкес келеді және есепті шешу үдерісін кешенді бағалаудың маңыздылығын растайды. Ұсынылған бағалау моделінің артықшылығы - студенттің программалау есебін шешу нәтижесін ғана емес, есепті шешу барысында көрінетін әрекеттерін сандық түрде сипаттауға мүмкіндік беруінде. Дәстүрлі бағалау тәсілдерінде көбіне соңғы нәтиже немесе тесттерден өту пайызы ғана ескерілсе, бұл модель есепті түсіну, алгоритмдік ойлау, тиімділік және код сапасы сияқты бірнеше көрсеткіштерді бір уақытта бағалауға жағдай жасайды. Нәтижесінде студенттердің күшті және әлсіз тұстарын нақты анықтауға мүмкіндік туады.

Сонымен қатар, есептің қиындық коэффициентін енгізу қиындығы жоғары тапсырмаларды орындаған студенттердің еңбегін әділ бағалауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл әртүрлі деңгейдегі тапсырмаларды орындау нәтижелерін өзара салыстыруда бағалаудың теңгерімді болуын қамтамасыз етеді. Алынған нәтижелер ұсынылған модельді программалаудан оқыту үдерісінде ағымдық және қорытынды бағалау құралы ретінде қолданудың әлеуеті жоғары екенін көрсетеді.

Қорытынды

Бұл зерттеуде студенттердің программалау есептерін шешу көрсеткіштерін кешенді түрде бағалауға арналған модель ұсынылды. Ұсынылған модель есептің қиындық деңгейін ескере отырып, студенттің есепті түсінуі, алгоритмдік ойлауы, дұрыстығы, тиімділігі, код сапасы,

шеттік жағдайларды өңдеуі және шешімді түсіндіру қабілеті сияқты педагогикалық көрсеткіштерді сандық өлшемдер арқылы бағалауға мүмкіндік береді.

Эксперимент нәтижелері есептің қиындық деңгейі артқан сайын студенттердің есепті дұрыс шешу көрсеткіштері төмендейтінін және бұл төмендеудің негізінен алгоритмдік тиімділік, шеттік жағдайларды өңдеу және шешімді түсіндіру сияқты жоғары деңгейлі көрсеткіштермен байланысты екенін көрсетті. Бұл жағдай программалауды оқыту барысында тек соңғы нәтиженің дұрыстығын ғана емес, есепті шешу үдерісіндегі әрекеттерді де бағалаудың маңыздылығын дәлелдейді. Ұсынылған бағалау моделі дәстүрлі бағалау тәсілдерімен салыстырғанда студенттердің программалау есептерін шешу қабілетін тереңірек талдауға және олардың күшті әрі әлсіз тұстарын нақты анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері бұл модельді жоғары оқу орындарында программалауды оқыту үдерісінде ағымдық және қорытынды бағалау құралы ретінде қолдануға болатынын көрсетеді. Алдағы зерттеулерде модельді әртүрлі программалау тілдерінде және оқу контекстерінде апробациялау, сондай-ақ бағалау үдерісін автоматтандыру мүмкіндіктерін қарастыру жоспарлануда.

АЛҒЫС

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен орындалды (грант № AP23490592).

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

- [1] Bloom, B. S. (Ed.). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York, NY: David McKay Company. 1956.*
- [2] Wing, J.M. *Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35.* <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- [3] ACM/IEEE. *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. ACM Press and IEEE Computer Society.* <https://doi.org/10.1145/2534860>
- [4] Thompson, E., Luxton-Reilly, A., Whalley, J., Hu, M., & Robbins, P. *Bloom's taxonomy for CS assessment. Proceedings of the 10th Australasian Computing Education Conference (ACE), 2008. – 155–161.*
- [5] Fuller, U., Johnson, C., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán-Losada, I., Jackova, J., & Thompson, E. (2007). *Developing a computer science-specific learning taxonomy. ACM SIGCSE Bulletin, 39(4), 152–170.* <https://doi.org/10.1145/1345375.1345438>
- [6] Oka H., Ohnishi A., Nishida T., Terada T., Tsukamoto M. *A Choice-Based Programming Learning Method to Develop Problem-Solving Skills // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 119550–119564. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3443879*
- [7] Kožuh I., Krajnc R., Hadjileontiadis L. J., Debevc M. *Assessment of problem-solving ability in novice programmers // PLOS ONE. – 2018. – Vol. 13, No. 9. – e0201919. DOI: 10.1371/journal.pone.0201919*
- [8] Lertyosbordin C., Maneewan S., Srikaew D. *Components and Indicators of Problem-Solving Skills in Robot Programming Activities // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12, No. 9. – P. 132–140. DOI: 10.14569/IJACSA.2021.0120917*
- [9] Tan X., Long X., Ni X., Zhu Y., Jiang J., Zhang L. *How far are AI-powered programming assistants from meeting developers' needs? // arXiv preprint. – 2024. – arXiv:2404.12000v1. – 12 p. DOI: 10.48550/ARXIV.2404.12000*
- [10] Shihab M. I. H., Hundhausen C. D., Tariq A., Haque S., Qiao Y., Mulanda B. W. *The effects of GitHub Copilot on computing students' programming effectiveness, efficiency, and processes in brownfield coding tasks // Proceedings of the 2025 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER 2025). – Charlottesville, USA, 2025. – P. 407–420.*
- [11] Сағымбаева А.Е., Жамкеева А.Б., Жаксылықов А.Е., Кемелбек М.Н. *Программалаудан студенттердің білімін бағалау критерийлері мен дескрипторларын жасау мәселелері. Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің Хабаршысы. 2025; 77(2):131–140.*

References

- [1] Bloom B. S. (Ed.) (1956) *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.* – New York, NY: David McKay Company. (In English)
- [2] Wing J. M. (2006) *Computational thinking* // *Communications of the ACM*. Vol. 49, No. 3. – P. 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> (In English)
- [3] ACM/IEEE (2013) *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science.* – ACM Press and IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1145/2534860> (In English)
- [4] Thompson E., Luxton-Reilly A., Whalley J., Hu M., Robbins P. (2008) *Bloom’s taxonomy for CS assessment* // *Proceedings of the 10th Australasian Computing Education Conference (ACE)*. – P. 155–161. (In English)
- [5] Fuller U., Johnson C., Ahoniemi T., Cukierman D., Hernán-Losada I., Jackova J., Thompson E. (2007) *Developing a computer science-specific learning taxonomy* // *ACM SIGCSE Bulletin*. Vol. 39, No. 4. – P. 152–170. <https://doi.org/10.1145/1345375.1345438> (In English)
- [6] Oka H., Ohnishi A., Nishida T., Terada T., Tsukamoto M. (2024) *A choice-based programming learning method to develop problem-solving skills* // *IEEE Access*. Vol. 12. – P. 119550–119564. [DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3443879](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3443879) (In English)
- [7] Kožuh I., Krajnc R., Hadjileontiadis L. J., Debevc M. (2018) *Assessment of problem-solving ability in novice programmers* // *PLOS ONE*. Vol. 13, No. 9. – e0201919. [DOI: 10.1371/journal.pone.0201919](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201919) (In English)
- [8] Lertyosbordin C., Maneewan S., Srikaew D. (2021) *Components and indicators of problem-solving skills in robot programming activities* // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. Vol. 12, No. 9. – P. 132–140. [DOI: 10.14569/IJACSA.2021.0120917](https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120917) (In English)
- [9] Tan X., Long X., Ni X., Zhu Y., Jiang J., Zhang L. (2024) *How far are AI-powered programming assistants from meeting developers’ needs?* // *arXiv preprint*. – arXiv:2404.12000v1. – 12 p. [DOI: 10.48550/ARXIV.2404.12000](https://doi.org/10.48550/ARXIV.2404.12000) (In English)
- [10] Shihab M. I. H., Hundhausen C. D., Tariq A., Haque S., Qiao Y., Mulanda B. W. (2025) *The effects of GitHub Copilot on computing students’ programming effectiveness, efficiency, and processes in brownfield coding tasks* // *Proceedings of the 2025 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER 2025)*. – Charlottesville, USA, 2025. – P. 407–420. (In English)
- [11] Sagimbayeva A. E., Zhamkeyeva A. B., Zhaksylykov A. E., Kemelbek M. N. (2025) *Programmalaudan studentterdiñ bilimin bazalau kriterijleri men deskriptorlaryn zhasau мәseleleri [Issues of developing assessment criteria and descriptors for evaluating students’ knowledge in programming]*. *Bulletin of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University*. No. 77(2). – P. 131–140. (In Kazakh)