

Ачилова Дилноза Ахматовна,
Международный университет Кимё в Ташкенте,
доцент кафедры “Прикладная информатика”,
доктор философии по педагогическим наукам
(PhD), доцент

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ИНДЕКСА ОБУЧАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

УДК: 378.147.227

[HTTPS://DOI.ORG/10.34920/SO/VOL_2026_ISSUE_2_4](https://doi.org/10.34920/so/vol_2026_issue_2_4)

АЧИЛОВА Д.А. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ИНДЕКСА ОБУЧАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

В статье представлена методология количественной оценки обучаемости студентов по дисциплине «Инженерная графика». Исследование основано на принципах квалитметрии и направлено на анализ динамических характеристик познавательных способностей студентов, трансформации памяти и пространственного мышления. Обучаемость рассматривается через три уровня: детерминированный (запоминание материала и выполнение действий по заданным алгоритмам), технологический (применение знаний в практических ситуациях с использованием комбинации известных алгоритмов) и методологический (творческое использование знаний для решения нестандартных задач).

Особое внимание уделяется специфике дисциплины «Инженерная графика», требующей развитого пространственного воображения и способности оперировать графическими образами. Автор вводит понятие «Индекс обучаемости» (LI), включающий два компонента: индекс пространственного мышления (SRI), определяемый по психометрическим тестам Рудольфа Амтхауэра, и индекс успеваемости (LPI), основанный на результатах решения графических задач различной сложности и трудности. Классификация заданий по четырём уровням обеспечивает комплексную диагностику геометро-графической подготовки студентов.

Педагогические эксперименты выявили как положительную, так и отрицательную динамику развития пространственного воображения и навыков решения графических задач. Установлено, что связь между пространственным мышлением и академической успеваемостью носит нелинейный характер. Введение индекса обучаемости позволяет объективно оценивать результаты подготовки студентов, управлять учебным процессом и повышать эффективность преподавания «Инженерной графики».

Ключевые слова и понятия: обучаемость, пространственное мышление, инженерная графика, сложность и трудность задач, количественная оценка, эффективность образовательного процесса.

ACHILOVA D.A. «MUHANDISLIK GRAFIKASI» FANIDAN TALABALARNING O'QUVCHANLIK INDEKSINI MIQDORIY BAHOLASH

Maqolada "Muhandislik grafikasi" fanini o'rganish jarayonida talabalarning o'qish qobiliyatini miqdoriy baholash metodologiyasi bayon etilgan. Tadqiqot kvalimetriya tamoyillariga asoslanib, talabalarning bilish qobiliyatlari dinamik xususiyatlari, xotiraning transformatsiyasi hamda fazoviy tafakkurning rivojlanishini tahlil qilishga qaratilgan. O'quvchanlik uch daraja orqali ko'rib chiqiladi: determinatsiyalangan daraja (materialni eslab qolish va berilgan algoritmlar asosida amallarni bajarish), texnologik daraja (ma'lum algoritmlar kombinatsiyasidan foydalangan holda bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash) va metodologik daraja (nostandart masalalarni hal etishda bilimlardan ijodiy foydalanish).

"Muhandislik grafikasi" fanining o'ziga xos xususiyatlariga alohida e'tibor qaratiladi, chunki ushbu fan rivojlangan fazoviy tasavvur hamda grafik obrazlar bilan operatsiya qilish qobiliyatini talab etadi. Muallif "o'quvchanlik indeksi" (LI) tushunchasini joriy etadi, u ikki komponentni o'z ichiga oladi: fazoviy tafakkur indeksi (SRI) — Rudolf Amthauer psixometrik testlari asosida aniqlanadi, hamda o'zlashtirish indeksi (LPI) — turli murakkablik va qiyinchilik darajasidagi grafik masalalarni yechish natijalariga asoslanadi. Topshiriqlarni to'rt daraja bo'yicha tasniflash talabalarning geometrik-grafik tayyorgarligini kompleks diagnostika qilish imkonini beradi.

Pedagogik tajribalar fazoviy tasavvur hamda grafik masalalarni yechish ko'nikmalarining rivojlanishida ham ijobiy, ham salbiy dinamikani aniqladi. Fazoviy tafakkur va akademik o'zlashtirish o'rtasidagi bog'liqlik noxiziqli xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. O'quvchanlik indeksini joriy etish talabalarning tayyorgarlik natijalarini obyektiv baholash, o'quv jarayonini boshqarish hamda "Muhandislik grafikasi" fanini o'qitish samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Tayanch so'z va tushunchalar: o'quvchanlik, fazoviy tafakkur, muhandislik grafikasi, vazifalarning qiyinligi va murakkabligi, miqdoriy baholash, ta'lim jarayoni samaradorligi.

ACHILOVA D.A. QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE STUDENT LEARNABILITY INDEX IN THE DISCIPLINE "ENGINEERING GRAPHICS"

The article presents a methodology for the quantitative assessment of student learnability in the discipline Engineering Graphics. The study is based on the principles of qualimetry and is aimed at analysing the dynamic characteristics of students' cognitive abilities, memory transformation, and spatial thinking. Learnability is considered through three levels: the deterministic level (memorisation of material and performance of actions according to predefined algorithms), the technological level (application of knowledge in practical situations using combinations of known algorithms), and the methodological level (creative use of knowledge for solving non-standard problems).

Special attention is given to the specific nature of the discipline Engineering Graphics, which requires well-developed spatial imagination and the ability to operate with graphical representations. The author introduces the concept of the Learnability Index (LI), which includes two components: the Spatial Reasoning Index (SRI), determined through Rudolf Amthauer's psychometric tests, and the Learning Performance Index (LPI), based on the results of solving graphical tasks of varying complexity and difficulty. The classification of tasks into four levels provides a comprehensive diagnostic framework for assessing the geometric and graphical competence of students.

Pedagogical experiments revealed both positive and negative dynamics in the development of spatial imagination and graphical problem-solving skills. It was established that the relationship between spatial reasoning and academic performance exhibits a nonlinear character. The introduction of the Learnability Index makes it possible to objectively evaluate students' learning outcomes, manage the educational process more effectively, and improve the quality of teaching Engineering Graphics.

Keywords and concepts: learnability, spatial reasoning, engineering graphics, task complexity and difficulty, quantitative assessment, effectiveness of the educational process.

Введение.

Процесс моделирования учебного процесса в вузе предполагает изучение взаимодействия факторов, влияющих на динамику восприятия учебной дисциплины. Понятие «обучаемости» студента включает несколько компонентов, имеющих динамический характер и связанных, как непосредственно так и опосредованно, с психологическими особенностями конкретного студента. Студент обладает индивидуальными особенностями изменения своей памяти, поэтому обучаемость студента – это способность к изменению его памяти в процессе получения и преобразования информации. Известны три уровня обучаемости: детерминированный уровень, предполагающий запоминание материала и выполнение действий по заданным алгоритмам; технологический уровень, связанный с овладением способами применения новых знаний в разнообразных практических ситуациях, включая комбинирование и выбор уже известных алгоритмов действий; методологический уровень, характеризующийся освоением методов применения полученных знаний для решения более сложных и нестандартных задач. На основе детерминированной обучаемости формируются элементарные структуры знаний студента; технологическая обучаемость обеспечивает развитие комбинаторных структур; методологическая обучаемость способствует формированию креативных структур, позволяющих использовать знания в новых контекстах и создавать оригинальные способы решения задач¹.

Известные в настоящее время исследования характеристики «обучаемости» студента предполагают наличие соответствующих иерархических структур в объекте изучения. Соотнесение с ними «обучаемости» позволяет выделить её составляющие, которые определяют успешность конкретной деятельности. Они принадлежат к трём основным сферам – предметно-научной, в которой уже сформированы знания в конкретной научной области; познавательной – системе умствен-

ных способностей личности и методологических умений; мотивационной – в потребности овладения новыми знаниями².

Проведённые разными авторами тесты для определения показателей «обучаемости» выявили некоторую корреляционную связь между детерминированной, технологической и методологической составляющими понятия «обучаемость» по различным учебным дисциплинам и динамический характер взаимосвязи между этими составляющими³.

Актуальность темы исследования. Данная работа заключается в том, что затрагивает одну из ключевых проблем современного высшего образования — объективную количественную оценку обучаемости студентов. Моделирование учебного процесса требует понимания динамики восприятия дисциплины и факторов, влияющих на успешность обучения. Обучаемость рассматривается как многокомпонентное явление, связанное с памятью, познавательными способностями и мотивацией, что делает её сложным объектом для диагностики. В условиях инженерного образования особое значение имеет пространственное мышление и воображение, которые не всегда напрямую связаны с уровнем знаний и мотивацией, но критически важны для освоения дисциплины «Инженерная графика».

Введение индекса обучаемости (LI), объединяющего показатели пространственного мышления (SRI) и успеваемости (LPI), позволяет впервые получить объективный инстру-

² Мерлин В.С. (1934). Об обучении и развитии. История российской психологии в лицах: Дайджест, № 2, 301–302

Торранс Е.П. (1977). Тесты Торранса на развитие творческого мышления. Лексингтон, Массачусетс: Personnel Press.

³ Гилфорд Ж.П. (1968). Интеллект, креативность и их значение для образования. Сан-Диего, Калифорния: Р. Р. Кнапп.

Воронин А.Н. (2020). Концептуализация феномена субъектности сетевого сообщества с использованием метода обоснованной теории. Экспериментальная психология (Россия), 13(3), 4–14. DOI: 10.17759/expsy.2020130301

Богоявленская Д.Б. (2002). Психология творческих способностей. Москва: Академия.

Дружинин В.Н. (2005). Творчество, его природа и развитие. Психология. Журнал Высшей школы экономики., 2(3), 91–107

¹ Лебедева Е.В., Щипанова Д.Ю., Коновалова М.Е., & Кутын А.О. (2016). Управление временем и профессиональная идентичность студентов педагогических вузов. Международный журнал экологического и научного образования, 11(14), 6913–6924

мент для количественной оценки подготовки студентов.

Работа отвечает на запрос педагогики и инженерного образования в части разработки методов управления учебным процессом и повышения его эффективности.

Актуальность исследования определяется необходимостью разработки научно обоснованных методов диагностики и прогнозирования обучаемости студентов, особенно в дисциплинах, требующих развитого пространственного мышления и графических навыков.

Постановка проблемы. Современное высшее образование сталкивается с необходимостью объективной диагностики обучаемости студентов, которая является многокомпонентным и динамическим явлением. Несмотря на наличие исследований, выделяющих детерминированный, технологический и методологический уровни обучаемости, остаётся нерешённым вопрос о том, как количественно оценить развитие познавательных способностей студентов в конкретных дисциплинах.

Особую сложность представляет дисциплина «Инженерная графика», требующая развитого пространственного мышления и воображения. При этом пространственное мышление не всегда связано с общим уровнем знаний, мотивацией или эрудицией, а зачастую носит врождённый характер. Отсутствие надёжных инструментов для измерения этих способностей затрудняет управление учебным процессом и прогнозирование результатов обучения.

Таким образом, проблема заключается в разработке методики количественной оценки обучаемости студентов по дисциплине «Инженерная графика», которая учитывала бы как уровень пространственного мышления, так и результаты выполнения графических заданий различной сложности. Решение данной проблемы позволит объективно оценивать подготовку студентов, выявлять динамику их развития и повышать эффективность образовательного процесса.

Цель исследования. Целью статьи является разработка и апробация методики количественной оценки обучаемости студентов по дисциплине «Инженерная графика» на основе принципов квалитметрии. Для достижения

этой цели автор вводит интегральный показатель — индекс обучаемости (LI), включающий индекс пространственного мышления (SRI), определяемый по психометрическим тестам Рудольфа Амтхауэра, и индекс успеваемости (LPI), основанный на результатах решения графических задач различной сложности. Такая методика позволяет выявить динамику развития познавательных способностей студентов, оценить их геометро-графическую подготовку и обеспечить объективное управление учебным процессом.

Методы исследования. Специфика учебной дисциплины «Инженерная графика» состоит в необходимости пространственного мышления и развитого пространственного воображения у студента. Проведённые автором педагогические эксперименты показали, что пространственное мышление не связано напрямую с общим уровнем знаний студентов в различных предметных областях, общей эрудицией и мотивацией. Во многих случаях пространственное мышление оказывалось врождённым свойством личности.

Автор предлагает понятие индекса «обучаемости» к дисциплине «Инженерная графика» разделить на два компонента: индекс пространственного мышления, на основе тестов Рудольфа Амтхауэр¹ и авторской концепции определения индекса «оперирования» графической информацией по результатам решения графических заданий I, II, III, IV степени трудности и сложности².

Тесты Рудольфа Амтхауэра — это психометрические задания, направленные на выявление: пространственного воображения; способности мысленно вращать объекты; понимания чертежей и проекций; инженерного и технического мышления.

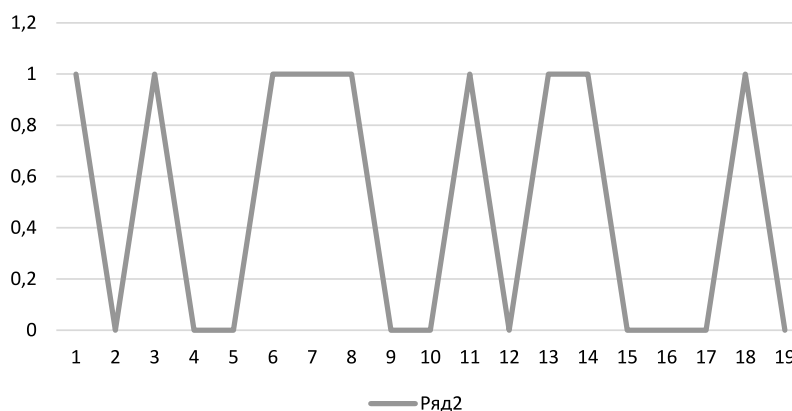
Основной целью тестов Рудольфа Амтхауэра является определение, насколько человек способен оперировать объектами в пространстве без реального манипулирования.

¹ Гуревич К. М. Психологическая диагностика. — М., 1997.

² Ачилова Д.А. Методика количественной оценки сложности и трудности задач по инженерной графике // Научно-практический и популярный журнал «Замоनावий таълим - Современное образование», № 1, 2026, 26-33

График 1. Результат решения теста Рудольфа Амтхауэра.

Результат теста Артура Хауэра



Типы заданий в тестах Амтхауэра – мысленное вращение фигур, чертежи и проекции, развёртки тел, пространственные соотношения, последовательности и закономерности.

Индекс пространственного мышления по результатам теста Амтхауэра определяется по формуле отношения верных ответов к общему их числу: $SRI = \frac{\text{number of right answers}}{\text{total answers}}$

$$SRI = \frac{R}{T}$$

SRI – Spatial Reasoning Index

R – число верных ответов

T – общее число ответов

Согласно авторской концепции все графические задания можно разделить на четыре группы по уровню трудности и сложности.

В своей статье «Методика количественной оценки сложности и уровня трудности задач по инженерной графике»¹ автор даёт формулу для определения сложности и трудности графических задач.

Для определения уровня геометрографической подготовки студента ему предлагаются по пять заданий всех четырёх уровней трудности и сложности графических заданий.

Автором вводится понятие «Индекс обучаемости» – LI

$$LI = SRI + LPI$$

где

LI – Learnability Index – Индекс обучаемости студентов

SRI – Spatial Reasoning Index – Индекс пространственного воображения

LPI – Learning Performance Index – Индекс успеваемости студентов.

Для определения уровня подготовки автор предлагает следующую методику: на графике отображаются результаты решения студентом всех графических заданий. В ходе педагогического эксперимента студенты академической группы в конце каждого месяца обучения должны решить по пять задач разных уровней сложности и трудности по пройденным темам². На графиках 1 и 2 представлены результаты решения задач студентом А.М. тестов Рудольфа Амтхауэра и типовые задачи по темам предмета «Инженерная графика».

Студентам предлагались 20 тестов одинаковой сложности с оценкой 5 баллов за каждый правильный ответ. Согласно графику студент А.М. решил правильно 9 тестов из 20ти и получил 45 баллов из 100 возможных.

Его индекс

$$SRI = \frac{R}{T} = \frac{9}{20} = 0,45$$

¹ Ачилова Д.А. Методика количественной оценки сложности и трудности задач по инженерной графике // Научно-практический и популярный журнал «Заочный таълим - Современное образование», № 1, 2026, 26-33

² Кучкарова Д.Ф., Ачилова Д.А. Проблемы инженерной графики и профессионального образования, ЕНУ им Л.Н.Гумилёва, №1 7-22 сс, 2024 г, Астана, Казахстан, DOI: 10.32523/2220-685x-2024-72-1-7-22, ISSN 2220-685X, eISSN: 2706-7254

График 2. Результаты решения 20ти графических задач.

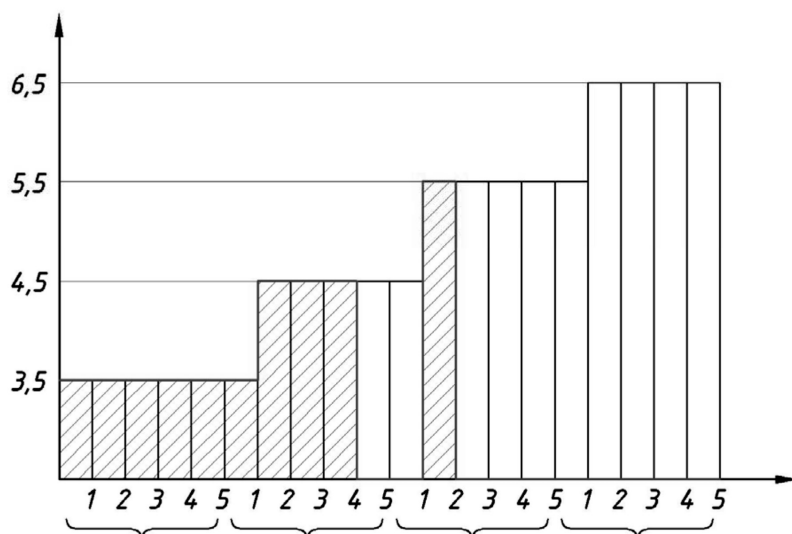
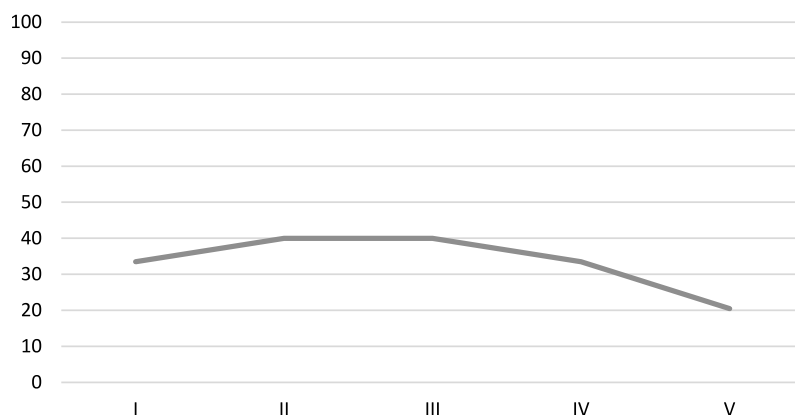


График 3. Результат тестирования студента А.М. за 1 семестр.

Название диаграммы



На втором графике представлены результаты решения 20ти графических задач по предмету «Инженерная графика» разделённых на 4 уровня сложности.

Из 20ти задач студент А.М. решил все 5 задач I уровня сложности, 3 задачи II уровня сложности, 1 задачу III уровня сложности и ни одной задачи IV уровня сложности.

$$LPI = \frac{3,5 \cdot 5 + 4,5 \cdot 3 + 5,5 \cdot 1}{100} = 0,355$$

За каждое задание I уровня студент получает 3,5 балла, 2-уровня – 4,5 балла, 3 уровня – 5,5 баллов и 4 уровня – 6,5 баллов.

По итогам теста студент получает 35,5 баллов из 100 возможных.

Для студента А.М. индекс обучаемости LI равен

$$SRI + LPI = 0,45 + 0,355 = 0,805$$

Визуальный анализ двух графиков результатов теста – Рудольфа Амтхауэра и решения графических заданий по учебной программе – показывает, что между ними нет корреляции. Более того, результаты тестов Рудольфа Амтхауэра оказались выше результатов тестов по учебной программе. Такие графики были представлены для каждого студента академических групп первых курсов факультета «Гидротехническое строительство».

Основные результаты. Продолжение педагогического эксперимента показало следующие результаты: при прохождении тестирования каждые три недели некоторые студенты демонстрировали положительную динамику

пространственного воображения так и прироста навыков решения графических заданий.

Другая группа студентов продемонстрировала ухудшение результатов как по тестам Р. Амтхауэра, так и навыков решения графических заданий.

На графике 3 показаны результаты геометро-графической подготовки студента А.М. в конце первого семестра изучения дисциплины «Инженерная графика».

Примечательно, что в течение семестра студент А.М. пусть незначительно, но улучшил результаты тестирования пространственного воображения, в то время как результаты тестирования по учебной программе показывают нелинейный характер изменения.

Подобные графики были представлены для всех студентов академических групп первых курсов факультета «Гидротехническое строительство». При этом авторы исходили из предположения, что первоначальная мотивация студентов в течение семестра не изменялась.

Выводы.

1. Проведенный автором педагогический эксперимент по выявлению и анализу резуль-

татов тестирования по методике Рудольфа Амтхауэра и авторской методике позволил сделать вывод, что пространственное воображение студента и результаты геометро-графического обучения не связаны между собой на начальном этапе. В конце обучения между пространственным воображением и геометро-графической подготовкой была обнаружена средняя корреляция.

2. Также обнаружилось, что результаты тестирования по учебной программе имеют нелинейный характер. Вместе с тем некоторые студенты продемонстрировали непрерывный рост знаний, умений и навыков в течение семестра, в то время как другие показали непрерывное отставание от графика учебного процесса.

3. Введённый автором индекс обучаемости (LI) даёт конкретную количественную характеристику геометро-графической подготовки каждого студента. Использование такого индекса даёт инструмент управления учебным процессом при обучении предмету «Инженерная графика».

Список использованной литературы:

1. Лебедева Е.В., Щипанова Д.Ю., Коновалова М.Е. & Кутын А.О. (2016). Управление временем и профессиональная идентичность студентов педагогических вузов. // Международный журнал экологического и научного образования, 11(14), 6913–6924.
2. Мерлин В.С. (1934). Об обучении и развитии. История российской психологии в лицах: Дайджест, № 2, 301–302
3. Торранс Е.П. (1977). Тесты Торранса на развитие творческого мышления. Лексингтон, Массачусетс: Personnel Press.
4. Гилфорд Ж.П. (1968). Интеллект, креативность и их значение для образования. - Сан-Диего, Калифорния: Р.Р. Кнапп.
5. Воронин А.Н. (2020). Концептуализация феномена субъектности сетевого сообщества с использованием метода обоснованной теории. // Экспериментальная психология (Россия), 13(3), 4–14. DOI: 10.17759/expsy.2020130301
6. Богоявленская Д.Б. (2002). Психология творческих способностей. - Москва: Академия.
7. Дружинин В.Н. (2005). Творчество, его природа и развитие // Психология. Журнал Высшей школы экономики., 2(3), 91–107
8. Гуревич К. М. Психологическая диагностика. — М., 1997.
9. Ачилова Д.А. Методика количественной оценки сложности и трудности задач по инженерной графике // Научно-практический и популярный журнал «Замонавий таълим - Современное образование», № 1, 2026, 26-33.
10. Кучкарова Д.Ф., Ачилова Д.А. Проблемы инженерной графики и профессионального образования, ЕНУ им Л.Н.Гумилёва, № 1 7-22 сс, 2024 г, Астана, Казахстан, DOI: 10.32523/2220-685x-2024-72-1-7-22, ISSN 2220-685X, eISSN: 2706-7254