

**Ачилова Дилноза Ахматовна,**

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

## МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ И ТРУДНОСТИ ЗАДАЧ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

УДК: 378.147.227

[HTTPS://DOI.ORG/10.34920/SO/VOL\\_2026\\_ISSUE\\_1\\_3](https://doi.org/10.34920/so/vol_2026_issue_1_3)

### **АЧИЛОВА Д.А. МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ И ТРУДНОСТИ ЗАДАЧ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

В статье на основе принципов квалиметрии рассматриваются теоретико-методологические подходы к оценке уровня знаний и структуры обученности студентов по дисциплине «Инженерная графика». Уровень знаний определяется степенью усвоения учебного материала и включает четыре этапа: от минимального уровня, обеспечивающего понимание основ дисциплины, до уровня знаний, превышающих требования учебной программы. В то же время структура умений и навыков студентов оценивается по пяти уровням — от элементарно-базового, предполагающего выполнение отдельного действия, до креативного уровня, связанного с решением нестандартных задач на основе эвристических методов.

Отмечается, что учебная дисциплина «Инженерная графика» как учебный предмет характеризуется необходимостью развития пространственного мышления и формирования способности работать с графическими образами. Данное обстоятельство обуславливает вариативность учебных результатов, а также зависимость формирования умений и навыков от индивидуальных особенностей студентов и организации учебного процесса.

Ключевые слова и понятия: сложность и трудность, уровни знаний, уровни умений и навыков, коэффициенты концептов.

### **ACHILOVA D.A. MUHANDISLIK GRAFIKA MASALALARNING QIYINLIK VA MURAKKABLIK DARAJASINI MIQDORIY BAHOLASH METODIKASI**

Maqolada kvalimetriya tamoyillari asosida “Muhandislik grafikasi” fanidan talabalarning bilim darajasi va o’quv ko’nikmalari tuzilishini baholashga oid nazariy-metodologik yondashuvlar ko’rib chiqiladi. Bilim darajasi o’quv materialini o’zlashtirish darajasi bilan belgilanadi va to’rt bosqichni o’z ichiga oladi: fan asoslarini tushunishni ta’minlovchi minimal darajadan boshlab, o’quv dasturi talablaridan yuqori bo’lgan bilim darajasigacha. Shu bilan birga, talabalarning ko’nikma va malakalari tuzilishi besh daraja bo’yicha baholanadi — alohida harakatni bajarishni nazarda tutuvchi elementar-bazaviy darajadan tortib, evristik usullar asosida noodatiy masalalarni hal qilish bilan bog’liq bo’lgan kreativ darajagacha.

Ta’kidlanishicha, “Muhandislik grafikasi” fani o’quv predmeti sifatida fazoviy tafakkurni rivojlantirish va grafik tasvirlar bilan ishlash qobiliyatini shakllantirish zarurati bilan tavsiflanadi. Ushbu holat o’quv natijalarining variativligini, shuningdek, ko’nikma va malakalarni shakllantirishning talabalarning individual xususiyatlari hamda o’quv jarayonini tashkil etishdan bog’liqligini belgilaydi.

Tayanch so’z va tushunchalar: murakkablik va qiyinlik, bilim darajalari, ko’nikma darajalari, konsept koeffitsientlari.

## **ACHILOVA D.A. METHODOLOGY FOR QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COMPLEXITY AND DIFFICULTY OF TASKS IN ENGINEERING GRAPHICS**

The article, based on the principles of qualimetry, examines theoretical and methodological approaches to assessing the level of knowledge and the structure of students' learning outcomes in the discipline Engineering Graphics. The level of knowledge is defined by the degree of assimilation of the educational material and comprises four stages: from the minimum level, ensuring comprehension of the fundamentals of the discipline, to a level exceeding the requirements of the curriculum. At the same time, the structure of students' skills and competencies is evaluated across five levels — from the elementary-basic level, which presupposes the performance of a single action, to the creative level associated with solving non-standard tasks through heuristic methods.

It is emphasized that the discipline Engineering Graphics as an academic subject is characterized by the necessity of developing spatial thinking and the ability to work with graphical representations. This circumstance determines the variability of learning outcomes as well as the dependence of skill and competency formation on students' individual characteristics and the organization of the educational process.

Key words and concepts: complexity and difficulty, levels of knowledge, levels of skills and competencies, concept coefficients.

### **Введение.**

Каждое образовательное учреждение должно стремиться к формированию целостных, индивидуально выстроенных структур знаний без пробелов, что позволяет повышать общий уровень подготовки обучающихся. При этом глубина знаний во многом определяется личной мотивацией и способностями студентов, тогда как их структурная организация зависит от качества учебного процесса, степени индивидуализации обучения, профессионализма преподавателя, объективности оценивания, а также других факторов, влияющих на эффективность образовательной деятельности. Структура знаний представляет собой многопараметрическую характеристику, и для объективного анализа эффективности обучения и его совершенствования необходимо учитывать различные её аспекты<sup>1</sup>.

Одним из важнейших показателей качества образовательного процесса являются уровень и структура знаний студентов<sup>2</sup>. В предыдущих работах авторов были рассмотрены как положительные, так и отрицательные факторы, влияющие на успешность обучения. Однако основой качества образования по-прежнему

остаются знания, умения и навыки обучающихся.

В то же время в указанных исследованиях авторами не были предложены конкретные количественные показатели знаний, умений и навыков.

По мнению авторов, вышеуказанные факторы могут и должны иметь количественное выражение

**Актуальность темы исследования.** Современное развитие системы высшего образования требует внедрения объективных и научно обоснованных методов оценки качества подготовки студентов. В условиях усложнения образовательных программ и роста требований к профессиональной компетентности специалистов особое значение приобретает разработка подходов, позволяющих количественно оценивать уровень знаний, умений и навыков обучающихся<sup>3</sup>.

Дисциплина «Инженерная графика» занимает ключевое место в формировании профессиональной подготовки будущих инженеров, так как предполагает развитие пространственного мышления, способность работать с графическими образами и решать комплексные задачи. Вариативность учебных результатов и зависимость их от индивидуальных особенностей студентов, качества организации

<sup>1</sup> Выготский Л.С. Мышление и речь / Выгодский Л. С. - СПб.: Питер, 2023. - 352 с. - ISBN 978-5-4461-1109-1

<sup>2</sup> Пиаже Ж. Психология интеллекта / Ж. Пиаже; пер. с фр. - М.: Просвещение, 2022. - 208 с. - ISBN 978-5-09-067890-3

<sup>3</sup> Баранникова И.В. Методика оценки качества обучения в высших учебных заведениях. - М: РЭУ им Г.В. Плеханова, 2020. - 140 с. - ISBN 978-5-7307-1456-2

учебного процесса и профессионализма преподавателя обуславливают необходимость создания универсальной методики диагностики уровня обученности.

Применение принципов квалиметрии в образовательных исследованиях открывает возможности для объективного анализа структуры знаний и навыков студентов. Классификация заданий по уровням сложности и трудности позволяет не только выявить степень усвоения учебного материала, но и определить динамику формирования компетенций. Такой подход обеспечивает комплексную оценку образовательных результатов, способствует индивидуализации обучения и повышает эффективность педагогического воздействия.

Актуальность исследования определяется также отсутствием в предыдущих работах авторов конкретных количественных показателей знаний, умений и навыков студентов. Между тем именно количественная оценка данных факторов является необходимым условием для совершенствования образовательного процесса, разработки адекватных методик контроля и повышения качества подготовки конкурентоспособных специалистов.

**Постановка проблемы.** Современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью формирования целостных и индивидуально выстроенных структур знаний у студентов, что является ключевым условием повышения качества подготовки специалистов. Однако, на практике глубина и полнота знаний во многом зависят от личной мотивации и когнитивных способностей обучающихся, тогда как их структурная организация определяется качеством учебного процесса, степенью индивидуализации обучения, профессионализмом преподавателя, объективностью оценивания и рядом других факторов.

Структура знаний представляет собой многопараметрическую характеристику, требующую комплексного анализа. Для объективной диагностики эффективности обучения необходимо учитывать различные аспекты формирования знаний, умений и навыков. Несмотря на то, что в предыдущих исследованиях рассматривались факторы, влияющие на успешность обучения, отсутствуют конкретные количественные показатели, позволяющие

оценить уровень и структуру знаний студентов.

Таким образом, проблема заключается в разработке научно обоснованной методики количественной оценки знаний, умений и навыков обучающихся, которая обеспечит объективный контроль качества образовательного процесса. Решение данной задачи особенно актуально для дисциплины «Инженерная графика», где результативность обучения напрямую связана с развитием пространственного мышления и способностью к работе с графическими образами

**Цель исследования:** Целью статьи является разработка и обоснование методики количественной оценки уровня знаний, умений и навыков студентов по дисциплине «Инженерная графика» на основе принципов квалиметрии, обеспечивающей комплексную диагностику качества образовательного процесса.

Объектом исследования выступает процесс обучения студентов в высшем образовательном учреждении по Инженерной графике.

Предметом исследования являются теоретико-методологические подходы и инструменты количественной оценки уровня знаний, структуры умений и навыков студентов, а также классификация учебных заданий по уровням сложности и трудности.

**Методы исследования.** Оценка уровня и структуры знаний студентов может осуществляться на основе квалиметрического подхода и предполагает следующую иерархию:

1. Минимальный уровень — наличие базовых знаний, необходимых для понимания основ дисциплины;
2. Уровень типовых базовых знаний — знания, предусмотренные учебной программой;
3. Уровень программных знаний — знания, выходящие за рамки типовых;
4. Уровень знаний, превышающих требования учебной программы — знания, превышающие установленные программой требования<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Биггс Дж., Танг К. Качественное обучение в университете. — 5-е изд. — Мейденхед: Издательство Открытого университета, 2022. — 360 с. — ISBN 978-0-335-24762-7

В системе умений также выделяются иерархические уровни:

1) Элементарно-базовый — умения, основанные на воспроизведении одного конкретного действия;

2) Алгоритмический — умения, требующие уверенного применения алгоритмов решения типовых задач;

3) Аналитический — умения, основанные на анализе и осознанном применении ранее усвоенных действий;

4) Многофункциональный — умения, позволяющие комбинировать различные действия для решения разнообразных задач;

5) Креативный — умения, основанные на эвристических подходах и направленные на решение нестандартных задач<sup>1</sup>.

Таким образом, уровень знаний и умений студентов определяется их личными усилиями и способностями, тогда как структура знаний формируется под воздействием организации учебного процесса. Специфика дисциплины «Инженерная графика» заключается в необходимости работы с графическими образами, а также в развитии пространственного мышления и воображения. Пространственное мышление и воображение могут носить как врождённый, так и приобретённый характер и не всегда напрямую связаны с общей академической подготовкой обучающихся.

С учётом специфики данной дисциплины при оценке уровня и структуры знаний студентов необходимо учитывать классификацию заданий по степени сложности и трудности. Сложность определяется количеством умственных операций, необходимых для выполнения задания, тогда как трудность характеризуется временем, затрачиваемым на его решение.

В научной литературе сложность и трудность связываются с числом концептов, требуемых для выполнения задания, а также с типом мышления, на который оно ориентировано. В данном контексте концепт понима-

ется как средство логического умозаключения (формула, правило, совокупность правил и т.п.), способствующее приближению к правильному решению<sup>2</sup>.

Задания по инженерной графике в зависимости от требуемого уровня знаний могут быть условно классифицированы по степени сложности на четыре группы:

1-й уровень — задания, предполагающие выбор одного правильного ответа и, как правило, требующие применения 1–2 концептов. Для их выполнения достаточно знания терминов, определений и наименований.

2-й уровень — задания, требующие применения усвоенных знаний в типовых ситуациях, в том числе воспроизведения графических элементов с использованием нескольких концептов. Мышление при этом опирается на конъюнктивные и дизъюнктивные логические конструкции (рисунок 1).

3-й уровень — включает решение задач в усложнённых типовых условиях, где необходимо объединять несколько концептов и применять их в комплексе. Мышление связано с процессами ассоциации, классификации и построения причинно-следственных связей.

4-й уровень — предполагает использование знаний и умений в ранее незнакомых, нестандартных ситуациях. Такие задания требуют сложных комбинаций концептов, а также дедуктивных и индуктивных умозаключений, построения аналогий и формулирования выводов<sup>3</sup>.

Например, задания А и В относятся ко второму уровню сложности, поскольку требуют знания правил сопряжения углов и дуг. Однако, задание В является более трудоёмким, так как его выполнение занимает больше времени из-за необходимости многократного выполнения однотипных операций по построению окружностей.

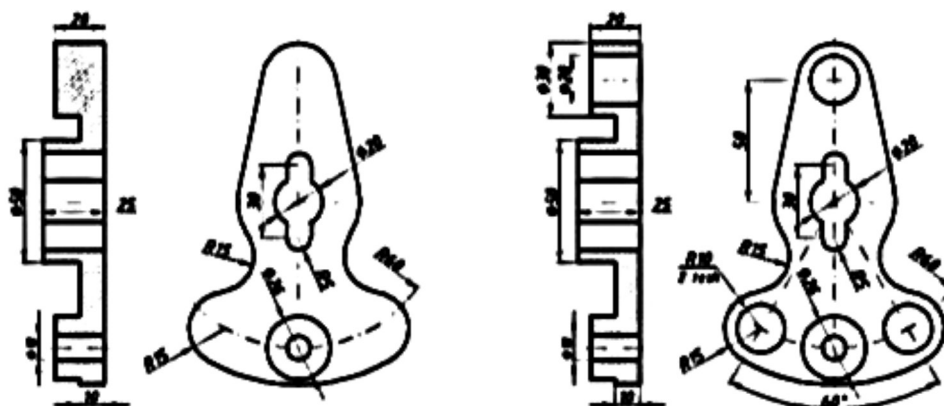
<sup>2</sup> Де Боно Э. Искусство мышления. Латеральное мышление как способ решения сложных задач / Э. де Боно ; пер. с англ. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-00100-024-4

<sup>3</sup> Кучкарова Д. Ф., Ачилова Д. А. Управление качеством преподавания графических дисциплин в техническом университете // Международная конференция по геометрии и графике. ICGG — 2024. — С. 207–214.

<sup>1</sup> Блум Б.С. Таксономия образовательных целей: классификация образовательных целей. — Нью-Йорк: Longman, 2021. — перераб. изд. — 448 с. — ISBN 978-0-13-893855-8.

Уиггинс Г., МакТайг Дж. Понимание через проектирование. — 3-е изд. — Александрия: ASCD, 2024. — 384 с. — ISBN 978-1-4166-2514-0

Рисунок 1. Задание второго уровня.

**Основные результаты.**

На основе приведённых выше примеров количественный показатель сложности и трудности определяется по следующей формуле:

Количество однотипных операций — 6

Общее число графических построений — 45

Таким образом, количественный показатель для этого примера в сумме = 6 + 45 = 51.

Для второго примера количественный показатель увеличивается за счёт увеличения числа однотипных операций на 4 и общего числа графических построений на 4.

Таким образом, количественный показатель для этого примера = 55.

Показатель сложности и трудности заданий по инженерной графике определяется по следующей формуле.

$$CI = ax + y + z$$

Здесь:

CI — уровень сложности (complexity level)

x — количество концептов

y — количество однотипных операций

z — общее число графических построений = DI

Индекс сложности (Complexity Index):  $CI = ax + y$

Индекс трудности (Difficulty Index):  $DI = z$

Ниже приведены коэффициенты a для различных концептов по версии авторов для дисциплины «Инженерная графика»:

- a=1: подготовка чертежа, правила нанесения размеров, правила композиции.

- a=2: построение простых геометрических фигур и их комбинаций из не более двух элементов, построение разрезов и сечений.

- a=3: построение сложных разрезов, комбинированные сечения, детали с отверстиями, пазами, рёбрами.

- a=4: аксонометрические и изометрические проекции; изображение деталей в 3D-пространстве, построение аксонометрических проекций различных элементов и их узлов.

- a=5: сложное позиционное черчение и масштабирование; подготовка сборочных чертежей, использование различных видов масштабирования.

- a=6: работа с машиностроительными деталями и стандартными элементами; изображение резьб, валов, шпоночных соединений, шестерен, подшипников и других стандартных деталей.

- a=7: выполнение комплексных проектов, интеграция с цифровыми инструментами; самостоятельное создание больших сборочных чертежей, использование CAD-программ, анализ готовых проектов, оформление рабочих документов для конструкторских задач.

Однотипные операции (y) включают в себя: построение прямых линий, дуг или окружностей; построение линий пунктиром или штрих-пунктиром; нанесение штриховки в сечениях и разрезах; проставление стрелок (рисунок 2).

Для этого требуются два концепта: знание оформления чертежа (a=1), построение видов (a=2).



Расчёт показателей:

$$CI = ax + y + z = (1 + 2 + 3 + 5 + 6) * 5 + 4 + 90 = 179;$$
$$CI = ax + y = 85 + 4 = 89; DI = 90$$

**Выводы.** Предложенная выше методика позволяет количественно оценить каждое задание по инженерной графике, что, в свою

очередь, создаёт возможность классифицировать задания по степени сложности и трудности. Такая классификация формирует основу для дифференцированной оценки знаний, умений и навыков студентов, что в конечном итоге повышает эффективность учебного процесса.

### Список использованной литературы:

1. Баранникова И.В. Методика оценки качества обучения в высших учебных заведениях. – М: РЭУ им Г.В. Плеханова, 2020. – 140 с. – ISBN 978-5-7307-1456-2.
2. Биггс Дж., Танг К. Качественное обучение в университете. — 5-е изд. — Мейденхед: Издательство Открытого университета, 2022. — 360 с. — ISBN 978-0-335-24762-7.
3. Блум Б.С. Таксономия образовательных целей: классификация образовательных целей. — Нью-Йорк: Longman, 2021. — перераб. изд. — 448 с. — ISBN 978-0-13-893855-8.
4. Выгодский Л.С. Мышление и речь / Выгодский Л. С. - СПб.: Питер, 2023. - 352 с. - ISBN 978-5-4461-1109-1.
5. Пиаже Ж. Психология интеллекта / Ж. Пиаже; пер. с фр. - М.: Просвещение, 2022. - 208 с. - ISBN 978-5-09-067890-3.
6. Уиггинс Г., МакТайг Дж. Понимание через проектирование. — 3-е изд. — Александрия: ASCD, 2024. — 384 с. — ISBN 978-1-4166-2514-0.
7. Де Боно Э. Искусство мышления. Латеральное мышление как способ решения сложных задач / Э. де Боно ; пер. с англ. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2023. — 288 с. — ISBN 978-5-00100-024-4
8. Кучкарова Д.Ф., Ачилова Д.А. Управление качеством преподавания графических дисциплин в техническом университете // Международная конференция по геометрии и графике. ICGG — 2024. — С. 207–21.