

## Динамика активности мышления студента при решении задач начертательной геометрии

© И.А. Маторин, М.Г. Пеганов, О.А. Яковук

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005 Россия

*Показан начальный этап изучения студентами начертательной геометрии в техническом университете. Проведен анализ одной из целей преподавателя: динамического развития мышления студента как умения и навыка решения задач. Рассмотрены две формы мышления: наглядно-действенная и вербально-логическая, которые должны сформироваться у студентов как результат обучения. Сделан вывод, что студенты при решении сложных задач с системно обобщенными объектами гораздо чаще активируют мышление наглядно-действенное. Предложены методы развития вербально-логического мышления как более продуктивного для решения сложных задач.*

**Ключевые слова:** учебная деятельность, образовательное поле, учебный процесс, мышление, ориентировочно-исследовательская деятельность, геометрический объект, система, модель, функциональная система

В статье рассмотрена та часть процесса обучения в университете, которая связана с учебной деятельностью: овладением знаниями, умениями и навыками. Процесс задан учебными планами и программами — в них выделяется в качестве высшей конечной цели способность выполнять ту или иную деятельность [1, с. 431]. А.М. Новиков и Д.А. Новиков отмечают, что упражнения (решение задач) — это «важнейший метод обучения. Упражнение строится на многократном повторении определенных действий с целью формирования и совершенствования умений и навыков» [1, с. 483].

Настоящее исследование будет обращено на результаты учебной деятельности студентов в области изучения начертательной геометрии: умение выполнения задач на семинарских занятиях, тестовых заданий, знание способов решения задач, умение искать результаты решений. На образовательном поле действуют два типа субъектов — преподаватель и студент. Их деятельность составляет цельную картину: они выполняют во взаимодействии упражнения, связанные с решением задач, имеют согласованные, объединенные цели, но для студента, как отмечено в работе [1, с. 432], цели заданы извне.

**Что значит ввести динамику в учебную деятельность?** Можно предположить, что студент обладает лишь стереотипными умениями, которые позволяют находить решения задач с заранее ясным путем к цели (это похоже на работу компьютера с предварительно заложенной

программой). Решение задачи как подкрепление повторяющегося поведения — это признак отсутствия динамики в учебной деятельности.

Однако может быть так, что появляется рассогласование потребности решения с полученными ранее умениями. Конечная цель задачи (ее образ) требует построить путь решения через некоторые промежуточные цели, в отношении которых в задаче нет информации. Потребность намечает конечную цель, но самого пути к решению не определяет. Объекты, которые представлены в условии задачи, конкретного содержания действий не определяют. Перед студентом лишь открывается арена возможных действий. Потребность найти решение диктует побуждение преодолеть рассогласование. В работе П.Я. Гальперина предложен выход — установить новые отношения и связи между объектами задачи [2, с. 91]. Их можно обнаружить, выполнив *ориентировочно-исследовательскую деятельность*. Ввод этой деятельности называется вводом динамики в учебную деятельность.

Ориентировочно-исследовательская деятельность будет рассмотрена как функция, которую должен выполнить студент. Имя процесса включает в себя главное понятие — «деятельность», которое выражает целенаправленную активность человека. Это понятие объединяет два признака, явно указывающие на смысл деятельности: ориентировка и исследование. Данные признаки являются функциями, составляющими деятельность.

*Ориентировка* — это средство приспособления к ситуации, процесс приспособления к решению уже известных навыков и умений. Научения новым умениям не происходит.

*Исследование* — это анализ и поиск новых связей и отношений, смысловых и функциональных значений объектов и структур в заданной ситуации; построение нового или подновление пути к решению; активное регулирование хода действий.

Реализация данных функций будет происходить синхронно, в одно и то же время (симультанно), поэтому наблюдения будут выражать лишь общие результаты исполнения ориентировочно-исследовательской деятельности.

**Две формы мышления.** По программе изучения начертательной геометрии студент на первом занятии получает начальное непосредственное знание — понятия «точка» и «прямая». Эта форма знания охарактеризована как «знание чувственное в отношении источника познания» [3, с. 3], которое не опирается на доказательство. «Это знание может быть лишь началом познания» [3, с. 3]. На этом этапе студент научается выявлять различие объектов и их отличительные характеристики. «За операцией различения объектов стоит наглядно-действенное мышление» [4, с. 74]. На последующих занятиях употребляются новые сложные геометрические объекты, в которых простые

понятия являются элементами в форме логически связанных объектов — эти связи нужно обнаружить, чтобы понять внутреннюю системную организацию сложных объектов.

Понимание соотношения сложных геометрических объектов и простых понятий проиллюстрируем на примере такого геометрического объекта, как нормаль. Известно, что «нормалью к поверхности в заданной точке называют прямую, перпендикулярную касательной плоскости в данной точке» [5, с. 124]. Рассмотрим нормаль к плоскости. Здесь имя является ключевым словом для интерпретации образа. В этом образе логически связаны объекты:

- точка (не принадлежит плоскости, через нее проходит нормаль);
- плоскость (задана проекциями некоторых геометрических фигур, принадлежащих этой плоскости);
- фронталь (принадлежит плоскости);
- горизонталь (принадлежит плоскости);
- нормаль (прямая линия перпендикулярная двум пересекающимся прямым, принадлежащим плоскости — фронтали и горизонтали).

Фактически было получено сочетание объектов, на которые легли ограничения: перпендикулярность, принадлежность. Этот сложный геометрический объект называется нормалью и является образом в представлении авторов статьи. Непосредственное усмотрение в нем простейших фигур (линий, точек) должно оставаться на заднем плане сложного сочетания элементов. Такой факт определен как коренная смена психологических операций — «переход от наглядно-действенного выделения признаков к вербально-логическому обобщению наглядных предметов в обобщенную категорию» [4, с. 74].

В процессе обучения студент должен перейти от наглядно-действенных методов решения к вербально-логическим решениям.

Получаемые новые геометрические формы и системы обладают новыми свойствами и, соответственно, должны вербально выражаться в новых языковых формах (например, таких: фронталь, горизонталь, проецирующая линия, нормаль, линия уровня, линия наибольшего наклона, треугольник). Но часть студентов продолжает употреблять понятия линии и точки, не анализируя новые связи и отношения, не используя новые языковые формы связей и систем структурных элементов. Студенты демонстрируют, что этого словарного запаса им достаточно для решения задачи. Они пытаются витиевато объяснять новые объекты, не используя новые имена, в которых имплицитно присутствуют те новые свойства, которые употребляются для решения задач.

Анализируя действия и объяснения студентов, можно заметить в их поведении два феномена:

1) решение задачи проходит интуитивно, не прибегая к сознательному контролю. Операции совершаются симультанно (одновременно), т. е. происходят действия с совмещением в одном образе фигур, особых частных линий и точек с сохранением целостности и системности преобразований;

2) решение проходит так, что в мышлении отсутствует всякий анализ взаимоотношений объектов, совокупности их в поле эпюра — фактически нарушается последовательность познавательной деятельности.

Цель работы — исследовать указанные выше феномены в процессе обучения, создать модель системы действий преподавателя с позиций учебной деятельности, чтобы наблюдать студентов, получивших знания, и анализировать процессы развития действий (при решении задач) от элементарных единиц геометрии до наглядного оперирования сложными сочетаниями элементов (операциональными объектами).

**Создание модели.** Для проведения исследования воспользуемся материалами работы [6, с. 141–151]. В ней была рассмотрена возможность получения информации о скрытых ментальных состояниях и возможных способах управления корректировкой познавательных действий студентов.

Очевидно, что упражнения, связанные с решением задач, выполняются во взаимодействии преподавателя и студента (исполнителя) — каждый из них осуществляет свои функции. Для преподавателя особенность учебного процесса заключается в том, что «результаты учения находятся в самом субъекте, изменяется сам субъект» [1, с. 529], и только в моменты проведения периодических контрольных работ и проверок выполнения домашних заданий появляется информация о результатах обучения. В работе М.Г. Пеганова, Т.Р. Хуснетдинова дана функциональная система деятельности исполнителей процесса [6, с. 141–151].

В указанной системе преподаватель и студент на протяжении семестра проходят три цикла, в которых организован контроль успеваемости студентов. Преподаватель на каждом семинаре может вести наблюдение за поведением студента (демонстрацией понимания установки на задание, выполнением задания, диалогом при исполнении). По учебному плану три раза в семестре проходит объективный контроль успеваемости — преподаватель получает понимание о достижениях целей в обучении.

Предложенная в публикации [6] модель учебного процесса составляет основу системы, которая отвечает цели исследований авторов настоящей статьи. Элементы функционалов соответствуют идее, изложенной А.Н. Леонтьевым: «находятся в отношении подобия

гомоморфизма, изоморфизма» [7, с. 23] к элементам моделируемых систем — преподавателя и студента. Эта модель [6, с. 147] представлена на рис. 1.

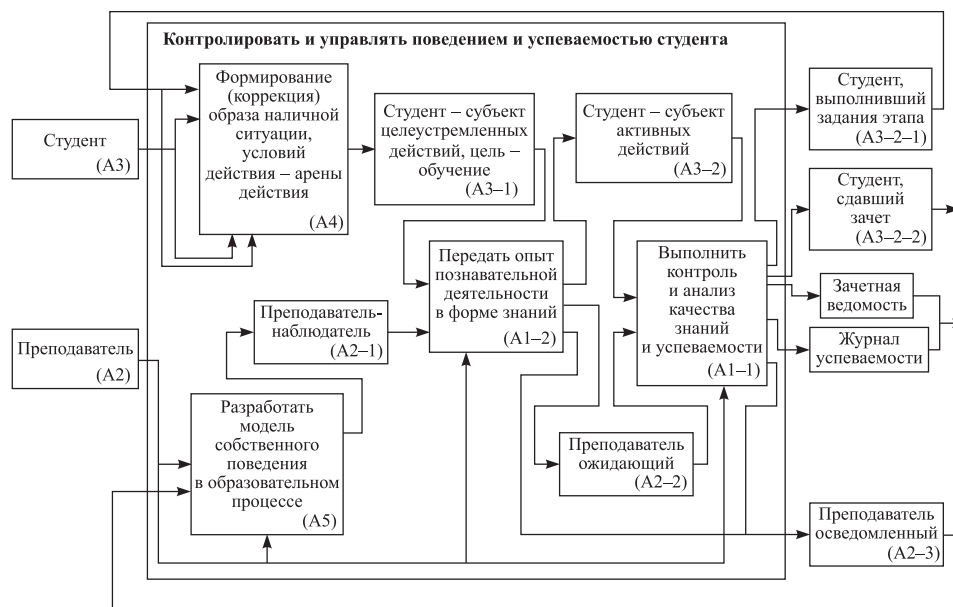


Рис. 1. Модель учебного процесса

Из работы Д. Чалмерса известно, что ментальное состояние, истолкованное как внутренняя основа поведения, ответственно за продуцирование и объяснение поведения [8, с. 29]. Д. Чалмерс показал, что «ментальные понятия могут быть подвергнуты функциональному анализу — в терминах их фактических или типичных причин и действий» [8, с. 32]. Кроме того, он отметил: «В принципе функционализм может давать приемлемое толкование многих наших ментальных понятий, во всяком случае, в той мере, в которой они играют какую-то роль в объяснении поведения. К примеру, понятие обучения могло бы быть проанализировано как адаптация... поведенческих способностей» [8, с. 32]. Таким образом, используя приватную зависимость поведения и ментальных состояний, можно фиксировать поведение студентов и идентифицировать их активное ментальное состояние.

**Описание модели.** Ядро модели (рис. 1) авторы предлагают представить как образовательное поле, выражающее главную функцию «Контролировать и управлять поведением и успеваемостью студента». Внутри главной функции размещаются четыре функции, которые формируют отношения между субъектами и задают ментальные состояния субъектов.

На образовательное поле — на входы главной функции — приходят два субъекта: «Преподаватель (А2)» и «Студент (А3)», но ни преподаватель, ни студент как субъекты не являются предметом исследования. Каждый субъект имеет свой маршрут в образовательном поле. Исследуются действия и анализируются процессы развития действий при решении задач участников учебного процесса: преподавателя — с позиций учебной деятельности и студентов, получающих знания.

Наименования субъектов не содержат смысла, необходимо их дополнить словами, которые внесут понимание целей их деятельности. Такой подход называется «лексическая функция» и рассмотрен в работе А.Р. Лурии: «Слово имеет “лексические функции”, т. е. входит в известные классы смысловых отношений; оно располагает аппаратом, который создает потенциальную необходимость связей одних слов с другими» [4, с. 50]. В данном случае по умолчанию выполняется дополнение смыслов в именах субъектов — они соответствуют понятиям учебной деятельности. Таким образом, в наименовании «преподаватель» по умолчанию будем подразумевать постоянно присутствующее значение ментального состояния: знающий.

*Знающий* — это человек сведущий, обладающий познаниями, обращенными на преподаваемый предмет. По сути, это постоянный предикат преподавателя в моменты контактов со студентами. Преподаватель знающий является исполнителем функций, в которых осуществляется его контакт со студентом.

В наименовании «студент» по умолчанию будем понимать носителя ментального состояния, выражающего прошлую действительность школьной жизни.

**Трансформация студента.** Первый шаг, который выполняет студент, — это собственная самонастройка. Специальная функция «Формирование образа наличной ситуации, условий действия арены действия (А4)» — это трансформер, в нем происходит адаптация студента к новым условиям деятельности, которая выполняется самим студентом, на этом этапе нет встречи с преподавателем. Факт входа функции «Студент (А3)» в функцию трансформера и выполнения этой функции показаны двумя стрелками (см. рис. 1): первая подходит к блоку слева — это вход исходного субъекта, вторая подходит к блоку снизу — это вход исполнителя функции. «Студент (А3)» трансформируется в функцию «Студент — субъект целеустремленных действий. Цель — обучение (А3-1)». На арене образовательного поля появляется готовый к деятельности обучения студент, и считается, что его ментальное состояние позволяет ему перейти к непосредственному контакту с преподавателем.

**Организация контактов для наблюдения за деятельностью студентов.** Контакт преподавателя со студентом в модели осуществляется в двух функциях: «Передать опыт познавательной деятельности в форме знаний (A1-2)» и «Выполнить контроль и анализ качества знаний и успеваемости (A1-1)».

Однако прежде, чем приступить к контактной деятельности, «Преподаватель (A2)» включается в функцию «Разработать модель собственного поведения в образовательном процессе (A5)». Сам он также является исполнителем функции. Преподаватель проводит в рамках этой функции самонастройку собственного поведения и своего ментального состояния. Отметим, что по умолчанию авторы настоящей статьи признают постоянное присутствие ментального состояния «знающий» — это состояние функционала «Преподаватель (A2)» позволяет его представить как организатора и исполнителя контактов со студентами.

После прохождения функции «Разработать модель собственного поведения в образовательном процессе (A5)» в образовательном поле должно быть активировано ментальное состояние (функция «Преподаватель-наблюдатель (A2-1)»). В этом состоянии будет работать преподаватель при выполнении функции «Передать опыт познавательной деятельности в форме знаний (A1-2)», сможет получить информацию для анализа процессов развития действий студентов при решении задач.

**Наблюдатель.** Показано, что во время обучения преподаватель может получить информацию об изменениях субъектов — студентов, если включит в свои действия собственную важную функцию — наблюдение. А.М. Новиков, Д.А. Новиков относят наблюдение «к эмпирическим методам-операциям учебной деятельности» [1, с. 483] и рассматривают совместно с методом-операцией — экспериментом. В данном случае эксперимент — это попытка осуществить демонстрационные эффекты (признаки «новизны»), подсказки в ходе решения (вызвать какие-либо изменения в окружающей среде) с целью понять: «что произойдет?», наблюдение — это поиски ответа на вопрос «что происходит?» [1, с. 558]. В процессе выполнения функции (A1-2) первым результатом наблюдений должна быть активация у преподавателя ментального состояния в виде функционала «Преподаватель ожидающий (A2-2)» — это признак того, что до выполнения функции «Выполнить контроль и анализ качества знаний и успеваемости (A1-1)» преподаватель может убедиться в правильном построении учебного процесса. После выполнения обеих функций (A1-1) и (A1-2) вторым результатом выполнения функции становится появление функционала «Преподаватель осведомленный (A2-3)». Пояснения даны ниже.

**Ожидающий.** В учебном процессе действует ментальная функция ожидания [6, с. 141]. Она подсказывает преподавателю, что ранее абитуриент, занявший место студента на образовательном поле университета, — это «субъект целеустремленных действий. Его цель — обучение» [6, с. 141]. (Но наблюдение может свидетельствовать, что существует противоположность ожиданию: у некоторых студентов есть беспричинное нарушение качества усвоения изучаемого материала.) Кроме того, в пределах времени прохождения учебного этапа среда остается неизменной. Событийные цепочки, организованные преподавателем в единый цикл учебного этапа, независимы по отношению к среде. Это значит, что принцип соответствия прошлого и будущего позволяет верить в положительные результаты успеваемости студентов.

**Осведомленный.** После осуществления каждой из функций (А1-2 и А1-1) преподаватель выполняет функцию осведомления. В работе Д. Чалмерса эта функция определена как «состояние, при котором мы обладаем доступом к определенной информации и можем использовать эту информацию для контроля за поведением. В частности, мы можем быть осведомлены о каком-то объекте в нашем окружении, о состоянии нашего тела и о наших ментальных состояниях» [8, с. 49]. Состояние преподавателя в части осведомленности и реакции на наблюдение рассматривается исходя из современного представления о работе мозга человека. Деятельность мозга понимается как работа глобальной сети, собирающей организм в целую единую систему, — в этом представлении авторы статьи опираются на идеи, изложенные в работе К.В. Анохина [9, с. 64–84]. Представляемая сеть объединяет множество функциональных систем, которые создаются и функционируют на протяжении всей жизни человека и в частности — во время учебного процесса. Система формирует отношение организма к внешней действительности и внутреннему состоянию, представляется как субъективный опыт, мышление и память.

Цель главной функции — создать на выходе ожидаемое активированное ментальное состояние студента: «Студент, сдавший зачет (А-3-2-2)». Учебный процесс позволяет физически фиксировать такое достижение цели — в модели на выходе главной функции появляются документы: зачетная ведомость и журнал успеваемости.

Следует отметить, что в модели показана цикличность прохождения субъектами траекторий в образовательном поле. Каждый последующий цикл проходит:

- для студента (активировано ментальное состояние «Студент, выполнивший задания этапа») — с изменением образовательного уровня;
- для преподавателя (активировано ментальное состояние «Преподаватель, осведомленный») — с багажом осведомленности.



Траектории в циклах проходят через одну и ту же функциональную конфигурацию.

**Дополнительные настройки модели исследования.** Согласно предлагаемой концепции, принята структурно-функциональная схема образовательного процесса, показанная на рис. 1. Но в некоторые функции будут внесены дополнительные элементы для исполнения. Эти элементы являются фильтрами, т. е. выделяют в процессах информацию, касающуюся заявленных целей. Решение задачи необходимо сделать видимым и наблюдать на семинаре за процессом решения. Для этого нагрузим функцию наблюдения следующими операциями:

- контролировать понимание наглядно-действенной классификации объектов задачи;
- контролировать понимание словесно-логической классификации объектов задачи;
- следить за последовательностью решения задачи;
- следить за пониманием признаков групп объектов, входящих в состав операций, организуемых для решения задач;
- следить за способностями устанавливать связи и зависимости объектов друг с другом.

**Исследование динамики формирования мышления студента.** Ранее был определен метод исследования: наблюдать и анализировать процессы развития действий студентов. Были указаны функции, при исполнении которых можно вести наблюдение. Исследовать динамику развития мышления можно, организовав наблюдение за ориентировочно-исследовательской деятельностью — в этом процессе следует общаться со студентами и осуществлять коррекцию для изменения их представлений об объектах задач.

**Наблюдение за ориентировочно-исследовательской деятельностью.** Субъект наблюдения — студент. Он обладает объективными знаниями, полученными на лекциях, умениями и навыками, полученными на семинарских занятиях и при самостоятельном выполнении заданий рабочей тетради. Модель функциональной схемы действий студента представлена на рис. 2.

Опираясь на материалы работы [2, с. 228], авторы настоящей статьи отмечают, что в учебном процессе студенту представлены знания, умения и навыки — это начальный этап деятельности. В решении задачи перед студентом открывается арена возможных действий, т. е. он не может действовать вне условий задачи. Но и в условиях задачи нет конкретного содержания действий, поэтому преподаватель должен организовать процесс анализа задачи в диалоге со студентом и корректировать его ориентировку в действиях. Студент по ориентировке получает сведения о содержании действий и осуществляет

ориентировочно-исследовательскую деятельность. Наблюдение за ней выполняет преподаватель в аудитории на семинарском занятии: студент выходит к доске и решает предложенную задачу.

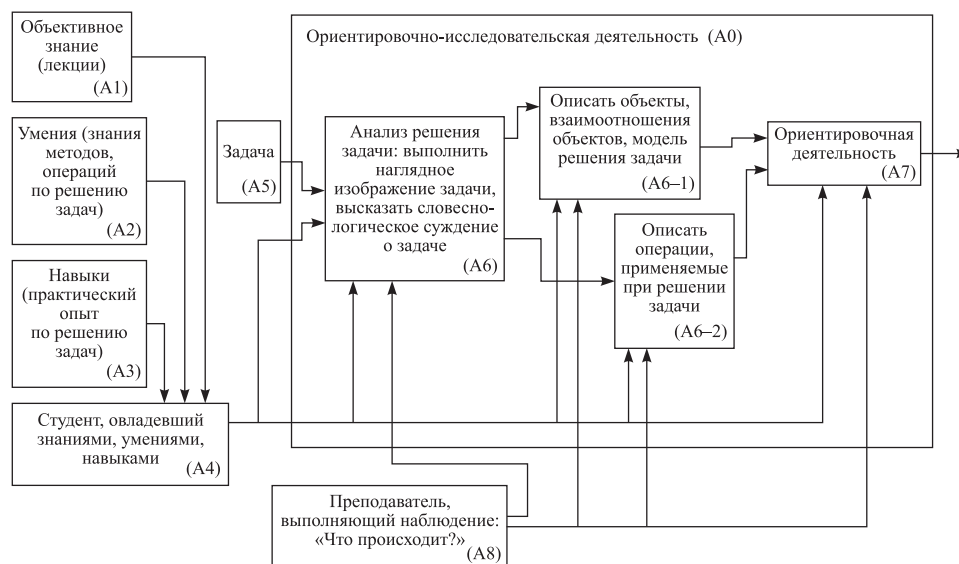


Рис. 2. Модель функциональной схемы наблюдения за деятельностью студента

**Две формы мышления при решении задач.** На первых учебных семинарах студент выполняет построения, исключительно используя понятия элементарных объектов геометрии (линии, точки) и их свойства. В таких задачах построения определяются как элементарные действия — единицы деятельности. В действиях требуется различать объекты по расположению на плоскостях проекций, по координатам. За этим умением различения стоит *наглядно-действенное мышление* [4, с. 74]. Л.Л. Гурова пишет: «При использовании такой методики обучения, которая направлена на формирование геометрического языка, связывающего условные и реальные геометрические образы, например, при изучении начертательной геометрии в вузе, человек со слабыми и неустойчивыми пространственными представлениями может научиться “видеть” реальное геометрическое пространство, которым он оперирует на условном чертеже» [10, с. 17].

Ко времени проведения первой модульной контрольной работы студенты должны понимать упорядоченные операции, функции и их терминологию. К ним относим следующие операции: определение длины отрезка прямой и углов наклона его к плоскости проекции [5, с. 32], построение отрезка заданной длины на прямой общего положения [5, с. 33], определение угла наклона плоскости к плоскости проекции [5, с. 46], построение прямой, перпендикулярной плоскости [5, с. 49]. Перечисленные операции представляют собой объединение элементар-

ных геометрических объектов в некоторое целое — организованную структуру. Студент должен уметь выделять общий признак и введение объектов «в одну определенную общую категорию, иначе говоря, операцию, которая носит *вербально-логический характер* [4, с. 74]. Л.Л. Гурова отмечает: «Из этого совершенно не следует, что вербально-логическая форма мышления узурпирует все его понятийное содержание. Вербальное оформление мыслимого содержания не исключает, а предполагает участие в механизмах мышления образной формы в том или ином ее качестве. Что касается термина “теоретическое мышление”, то здесь наблюдается смешение двух ракурсов рассмотрения проблемы: с точки зрения мыслимого содержания и его формы. Теоретическое мышление может быть сопоставимо с практическим в зависимости от *содержания* решаемой задачи: исследовательской или преобразовательной. Можно говорить о теоретическом мышлении как абстрактно-понятийном, облеченном в слово, в отличие от предметно-конкретного, ближе связанного с образом по своей *форме*. Это надо иметь в виду при рассмотрении содержания и формы мышления, их взаимосвязи в каждом конкретном случае теоретического мышления» [10, с. 17].

**Результаты наблюдений.** По результатам наблюдений, студент выделяет наглядные признаки и оживляет наглядную ситуацию, но выделить признаки, по которым можно ввести обобщающую категорию для элементов, входящих в процедуру решения задачи, не может.

Приведем пример объяснения студента по вопросу нахождения одного элемента домашней задачи: построения нормали из ее вершины (точка  $S$ ) к основанию треугольной пирамиды ( $ABC$ ). Данный объект является образцом соотношения сложных геометрических объектов и простых понятий.

**Пример 1. Объяснение студента:** Я строю в плоскости  $A''B''C''$  через точку  $A''$  горизонталь параллельно оси  $x$ . Нахожу точку  $1''$  — пересечение горизонтали со стороной  $B''C''$ , переношу эту точку на горизонтальную плоскость проекции — на линию  $B'C'$ , и строю горизонталь  $A'1'$ .

В плоскости  $A'B'C'$  тоже через точку  $A'$  строю фронталь параллельно оси  $x$ . Нахожу точку пересечения  $2'$  этой линии со стороной  $B'C'$ , переношу эту точку на горизонтальную плоскость проекции на линию  $B''C''$  и строю фронталь  $A''2''$ .

Затем я строю на фронтальной плоскости проекции через точку  $S''$  линию перпендикулярно линии  $A''2''$  и строю на горизонтальной плоскости проекции через точку  $S'$  линию перпендикулярно линии  $A'1'$ . Это получился перпендикуляр к плоскости  $ABC$ , я его называю  $n$ .

*Преподаватель ожидает услышать:* Я строю нормаль  $n$  через вершину  $S$  к плоскости  $ABC$ .

Студент в своем суждении выражает то, что видит и чувствует — это его ощущения. В рамках задачи он выполняет ориентировочный процесс в чувственно-образной форме. Описывается действие — механизм преобразования начальной ситуации задачи (это связанные простейшие элементы геометрии). Студент использует только зрительную информацию о взаимодействии простейших элементов — фактически только фоновую информацию, и не может объединить элементы в операциональные объекты.

В тексте суждения, ожидаемого преподавателем (см. пример 1) содержатся имена сложных объектов (знаки операциональных объектов). Преподаватель ожидает заметить понимание образа фигуры «нормаль» и операции по построению нормали. По материалам работы [2, с. 99] можно представить, что объекты построения открываются как образы, свойства которых существенны для действия. Эти свойства являются условиями действия, а не действующими факторами. Нормаль в задаче — образ, «он представляет собой динамический синтез его признаков ... становится средством исследования ситуации, определения в ней узловых условий и возможных путей их использования» [10, с. 15]. Далее должно следовать понимание связи (пути использования) построенной нормали с ребром  $AS$  и основанием  $ABC$ .

Суть ожидания преподавателя в том, что в высказывании студента о своих действиях должно звучать вербально-логическое мышление, оформившееся в результате систематического обучения и приобретения научных понятий. Но признаков действия с понятием сложного объекта нет, также нет признака связи образа фигуры с этим понятием в воображении — объяснение данного факта следующее: «Если эти действия не сформированы в логическую структуру, если нет опыта подобных преобразований, зрительный образ не позволит их осуществить» [10, с. 24].

Наблюдаемый феномен таков: преподаватель хочет от студента услышать «мышление в понятиях», но студенты не справляются с выполнением функции ориентировочно-исследовательской деятельности, осуществляют наглядно-действенное выделение признаков только простейших элементов.

Приведем еще один пример различения или неразличения объектов, которые используются при решении задачи. Было рассмотрено выполнение задачи модульной контрольной работы «Построение отрезка заданной длины на прямой общего положения». Студенты выполняли наглядное решение задачи (выполняли эпюр). Дополнительно было поручено изложить решение задачи в текстовом виде, т. е. вербально студент должен изложить тот метод решения, который он активировал в своем мозге. Фактически в тексте можно заметить одну из двух форм мышления:

1) наглядно-действенный метод решения — использование в тексте понятий простейших наглядных объектов;

2) вербально-логический метод решения — использование в тексте понятий с отвлеченными признаками.

В примерах 2 и 3 приведены два письменных отчета по решению задачи контрольной работы. Первый отчет содержит непосредственное описание фона — студент что видит, то и пишет. Второй отчет содержит системное (теоретическое) решение. В нем сделана ссылка на операцию «метод прямоугольного треугольника» и указаны некоторые явные атрибуты эпюра.

**Пример 2. Объяснение студента:**

1. На фронтальной плоскости проекции на прямой  $a''$  отложим произвольную точку  $C''$ . Найдем ее проекцию на горизонтальной плоскости.

2. Отложим расстояние  $\delta z$ , являющееся разностью координат  $A''$  и  $C''$ .

3. От  $C'$  под прямым углом к прямой  $a'$ . Получим  $C_0$ .  $C_0 = \delta z$ .

4.  $A'C_0$  — истинная величина отрезка  $AC$ , из чего следует, что истинная величина  $AB$  будет принадлежать той же прямой, что и  $AC$ .

5. Отметим точку  $B_0 \in A'C_0$  на расстоянии 40 мм от  $A'$ .  $A'B_0$  — истинная величина  $AB$ .

6. Из точки  $B_0$  проведем перпендикуляр к прямой  $a'$  и получим  $B'$ .

*Преподаватель ожидает услышать:* Для построения использую операцию прямоугольного треугольника. Получаю проекции точки  $B$ :  $B'$  и  $B''$  — это искомые точки.

**Пример 3. Объяснение студента:**

1. Найдем  $B''$ , продлив перпендикуляр из точки  $B'$  к  $ox$  до пересечения с  $a''$ .

2. Аналогично найдем истинную величину  $a''$  на фронтальной плоскости. Тогда угол между проекцией отрезка  $AB$  на фронтальную плоскость будет являться углом наклона к этой плоскости.  $\alpha$  — искомый угол.

3. Отметим произвольную точку  $C'$  на линии  $a'$  и спроецируем ее на  $a''$ .

4. Воспользуемся методом прямоугольного треугольника и найдем точку  $C_0$  на фронтальной плоскости проекций. На линии  $A''C_0$  все линии имеют натуральную величину.

5. На линии  $A''C_0$  отложим отрезок  $A''B_0 = 40$  мм.

6.  $B_0$  спроецируем в  $B''$  и  $B'$  на  $a''$  и  $a'$ .  $\alpha$  — искомый угол.

По результатам наблюдений были определены те студенты, которые демонстрировали вербально-логический метод решения — относительное количество из состава групп было от 0 до 28 %.

Было также показано, что независимо от наблюдаемой формы мышления сам эпюр является иллюстрацией решения или фоном мыслительного процесса.

Итак, авторы настоящей статьи предположили и ожидали, что мышление студентов в процессе обучения перейдет от простой, развивающейся с детства наглядно-действенной формы мышления — к вербально-логической. Переход на стадию отвлеченных понятий обеспечивает значительно более совершенную переработку получаемой информации.

Действия в эксперименте соответствуют описанной выше модели (см. рис. 2). Включение функции наблюдения, дополнительная настройка собственных действий в процессе учебной деятельности позволили исследовать развитие формы мышления студентов и выяснить соответствие ожидания авторов статьи с наблюдаемой действительностью.

Получены следующие результаты:

- большинство студентов в учебных группах до окончания семестра сохраняют в своих вербальных объяснениях решений задач наглядно-действенные представления — классифицируют объекты по наглядным признакам, употребляют в речи простейшую терминологию, касающуюся элементов изображений эпюра (линии, точки и их свойства);
- малая часть студентов к концу семестра в своих вербальных объяснениях может оперировать структурными объектами — классифицировать их по отвлеченным понятиям, анализировать логические связи;
- в некоторых группах никто, а в некоторых — лишь 28 % студентов оказываются способными перейти границу между двумя формами мышления: от наглядно-действенного к вербально-логическому;
- операция на эпюре — это базовый фон задачи, он наполняет предметную конкретизацию понятийных обобщений;
- в результате обучения у студента должны оставаться обе рассматриваемые формы мышления;
- для достижения главенствующей роли вербально-логического мышления в умениях и навыках студентов следует внести некоторые коррекции в процесс изучения начертательной геометрии. Необходимо выделить операционные действия с геометрическими объектами в отдельные категории или системные операции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Новиков А.М., Новиков Д.А. *Методология*. Москва, Красанд, 2014, 632 с.
- [2] Гальперин П.Я. *Введение в психологию*. Москва, КДУ, 2015, 332 с.
- [3] Асмус В.А. *Проблема интуиции в философии и математике*. Москва, Мысль, 1965, 312 с.

- [4] Лурия А.Р. *Язык и сознание*. Санкт-Петербург, Питер, 2019, 336 с.
- [5] Жирных Б.Г., Серегин В.И., Шарикян Ю.Э. *Начертательная геометрия*. Москва, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, 166 с.
- [6] Пеганов М.Г., Хуснетдинов Т.Р. Ментальность студента в функциональной системе образовательного процесса. *Заметки ученого*, 2022, № 7, с. 141–151.
- [7] Леонтьев А.Н. *Деятельность. Сознание. Личность*. Москва, Политиздат, 1975, 134 с.
- [8] Чалмерс Д. *Сознающий ум: в поисках фундаментальной теории*. Москва, УРСС; Либроком, 2019, 512 с.
- [9] Анохин К.В. Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания. *Журнал высшей нервной деятельности*, 2021, т. 71, № 1, с. 64–84.
- [10] Гурова Л.Л. *Психология мышления*. Москва, Когито-Центр, 2005, 98 с.

Статья поступила в редакцию 24.06.2024

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Маторин И.А., Пеганов М.Г., Яковук О.А. Динамика активности мышления студента при решении задач начертательной геометрии. *Гуманитарный вестник*, 2024, вып. 4. EDN HGHSQP

**Маторин Илья Алексеевич** — ассистент кафедры «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: matorin@bmstu.ru

**Пеганов Михаил Георгиевич** — старший преподаватель кафедры «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: pegmg@bmstu.ru

**Яковук Олег Анатольевич** — доцент кафедры «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: olegyakovuk@bmstu.ru

## **Student thinking dynamics in solving the descriptive geometry problems**

© I.A. Matorin, M.G. Peganov, O.A. Yakovuk

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

*The paper presents the initial stage in studying descriptive geometry by students at a technical university. It provides analysis of the tutor goals, which includes the student thinking dynamics development as a skill and ability in solving the problems. The paper considers two forms of thinking, i.e. visual-effective and verbal-logical. They should be formed in students as a result of learning. A conclusion is made that students in solving complex problems with the systemically generalized objects are activating the visual-effective thinking much more often. The paper proposes methods in developing the verbal-logical thinking that are more efficient in solving the complex problems.*

**Keywords:** *learning activity, learning area, learning process, thinking, oriented research, geometric object, system, model, functional system*

### REFERENCES

- [1] Novikov A.M., Novikov D.A. *Metodologiya* [Methodology]. Moscow, Krasand Publ., 2014, 632 p.
- [2] Galperin P.Ya. *Vvedenie v psikhologiyu* [Introduction to Psychology], Moscow, KDU Publ., 2015, 332 p.
- [3] Asmus V.A. *Problema intuitsii v filosofii i matematike* [The problem of intuition in philosophy and mathematics]. Moscow, Mysl Publ., 1965, 312 p.
- [4] Luria A.R. *Yazyk i soznanie* [Language and Consciousness]. St. Petersburg, Piter Publ., 2019, 336 p.
- [5] Zhirnykh B.G., Seregin V.I., Sharikyan Yu.E. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive geometry]. Moscow, BMSTU Publ., 2017, 166 p.
- [6] Peganov M.G., Khusnutdinov T.R. Mentalnost studenta v funktsionalnoy sisteme obrazovatel'nogo protsesssa [Student mentality in the functional system of the educational process]. *Zametki uchenogo — Notes of a Scientist*, 2022, no. 7, pp. 141–151.
- [7] Leontyev A.N. *Deyatelnost. Soznanie. Lichnost* [Activity. Consciousness. Personality]. Moscow, Politizdat Publ., 1975, 134 p.
- [8] Chalmers D. *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*. Oxford University Press, 1997 [In Russ.: Chalmers D. Soznayushchiy um: v poiskakh fundamentalnoy teorii. Moscow, URSS, Librokom Publ., 2019, 512 p.].
- [9] Anokhin K.V. Kognitom: v poiskakh fundamentalnoy neyronauchnoy teorii soznaniya [Cognitome: in search of fundamental neuroscience Theory of consciousness]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatelnosti imeni I.P. Pavlova*, 2021, vol. 71, no. 1, pp. 39–71.
- [10] Gurova L.L. *Psikhologiya myshleniya* [Psychology of thinking]. Moscow, Kogito-Tsentr Publ., 2005, 98 p.

**Matorin I.A.**, Assistant, Department of Engineering Graphics, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: matorin@bmstu.ru

**Peganov M.G.**, Senior Lecturer, Department of Engineering Graphics, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: pegmg@bmstu.ru

**Yakovuk O.A.**, Associate Professor, Department of Engineering Graphics, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: olegyakovuk@bmstu.ru