

## ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Маркова Т.В.<sup>1</sup>, Смирнова И.С.<sup>1</sup>, Иванова Н.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, e-mail: markova\_tv@spbstu.ru

Глобальная задача подготовки инженерных кадров диктует необходимость совершенствования системы высшего образования, принятия мер по повышению качества преподавания. Графические дисциплины, такие как «Инженерная графика», «Инженерная геометрия и компьютерная графика», а также «Начертательная геометрия», составляющая, как правило, первый и основополагающий раздел любой другой графической дисциплины, формируют базовые знания и навыки, определяющие успешность дальнейшего обучения. Для обеспечения преемственности разработка рабочих программ и методического обеспечения этих дисциплин должна сопровождаться тщательным анализом целей и задач педагогической деятельности. В статье поднимаются вопросы целеполагания в обучении начертательной геометрии студентов, обучающихся по направлениям подготовки из перечня области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки». Особое внимание уделено определению роли задач, имеющих ярко выраженную практическую направленность. На основе обновленной таксономии Б. Блума разработана методика проведения занятий на заключительном этапе изучения дисциплины, где полученные студентами знания и навыки находят применение при выполнении чертежей деталей, приближенных к объектам технического назначения. Разноуровневые вопросы и задания, составленные для рассмотрения в ходе решения выбранной в качестве примера задачи, определяют учебные познавательные цели этапов решения и формируют структуру занятия. Показано, что таксономия целей может также с успехом применяться при разработке рабочих программ дисциплин, заданий для текущего и промежуточного контроля результатов обучения, а также электронных курсов и учебников.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная геометрия, инженерная графика, методика преподавания, учебные цели, таксономия Б. Блума.

## GOAL SETTING IN SOLVING ENGINEERING GEOMETRY PROBLEMS

Markova T.V.<sup>1</sup>, Smirnova I.S.<sup>1</sup>, Ivanova N.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: markova\_tv@spbstu.ru

The global task of engineering personnel training dictates the need to improve the higher education system, to take measures to enhance the quality of teaching. Graphics disciplines such as "Engineering Graphics", "Engineering Geometry and Computer Graphics", as well as "Descriptive Geometry", which is usually their first and fundamental section, form basic knowledge and skills that determine the success of further education. To ensure the continuity and development of interdisciplinary links, the development of work programs and methodological support for these disciplines should be accompanied by a thorough analysis of the goals and objectives of pedagogical activity. The article raises the issues of goal-setting in teaching descriptive geometry to students studying in the list of educational areas "Engineering, Technology and Engineering Sciences". Particular attention is paid to determining the role of tasks that have a pronounced practical orientation. Based on the updated taxonomy of B. Bloom, a methodology for conducting classes at the final stage of the discipline is developed. The methodology of conducting classes at the final stage of the discipline, where the knowledge and skills acquired by students are used in the execution of drawings of parts, close to the objects of technical purpose, is developed on the basis of the updated Bloom's taxonomy. Different-level questions and tasks, composed for consideration in the course of solving the problem selected as an example, determine the educational cognitive objectives of the solution stages and form the structure of the lesson. It is shown that the taxonomy of objectives can also be successfully applied in the development of working programs of disciplines, tasks for current and intermediate control of learning outcomes, as well as electronic courses and textbooks.

Keywords: descriptive geometry, engineering geometry, engineering graphics, teaching methods, educational goals, B. Bloom's taxonomy.

Как никогда актуальны в настоящее время вопросы совершенствования системы подготовки инженерных кадров. На всех уровнях обсуждаются способы повышения

мотивации к изучению естественно-научных предметов, звучат призывы обратить внимание на качество преподавания математики, физики и черчения.

Первый раздел всех графических дисциплин, среди которых «Инженерная графика», «Начертательная геометрия и компьютерная графика» и т.п., входящих в обязательный базовый модуль общепрофессиональных дисциплин высшего технического образования, составляет начертательная геометрия. Уже в первом семестре студенты машиностроительных направлений подготовки приступают к изучению инженерной графики, и начертательная геометрия – первая дисциплина, дающая студенту представление о выбранной специальности. Назревшая необходимость изменений в системе образования требует пересмотра и уточнения содержания дисциплины, насыщения программы более сложными и практико-направленными задачами. При этом важно уже на этапе разработки методики правильно определить место задач, верно сформулировать условия и требования, а также цели учебной деятельности.

Вопросам целеполагания в мировой и отечественной практике уделено достаточно много внимания. В современной российской педагогике высшей школы [1; 2] цели обучения тесно связаны с компетентностной парадигмой образования и определяются как планируемые результаты обучения, характеризующие полученные знания, умения и навыки, а также ряд других качеств, имеющих не только профессиональный характер, но транспрофессиональный: интеллектуальные, социальные и личностные [3]. Отмечается ориентация на индивидуализацию учебной деятельности, «усиление ответственности обучающихся за проектирование содержания своего обучения, определение персонализированных траекторий обучения» [4]. Обращается внимание на отличие целей научной деятельности от целей учебной дисциплины, где знания представляются в систематизированной и дидактически обработанной форме и ставятся цели не только передачи знаний, но и «развития учебно-профессионального интеллекта, гуманистического воспитания личности» [5]. Выявляются особенности компетентностного подхода, согласно которому просто обладать знаниями выпускнику вуза сегодня недостаточно, он должен уметь применять знания в профессиональной деятельности и в жизни. Поэтому цели обучения в вузе теперь формулируются как некий набор компетенций, под которыми подразумевается «совокупность знаний, умений и навыков, способностей и ценностей, необходимых для эффективной профессиональной деятельности и личностного развития выпускников, и которые они обязаны освоить и продемонстрировать после завершения части или всей образовательной программы» [6]. Контроль результатов обучения должен быть обеспечен определенным действием, связанным с целью обучения. Цель может быть не одна, и тогда строят так называемую таксономию – т. е. систему целей с разделением на уровни (этапы).

Наибольшую известность получила таксономия Б. Блума – многоуровневая классификация целей, разработанная Б. Блумом в 1956 г. и усовершенствованная Л. Андерсоном и Д. Кратводем в 2001 г. [7]. В последнее время она все чаще вызывает интерес у педагогов самых разных дисциплин [8]. Необходимость особого внимания к вопросам целеполагания учебной деятельности в новых условиях определила цель данного исследования – формирование таксономии целей при решении практико-направленных задач начертательной геометрии, образующих обучающий методический комплекс с системой контроля достижения запланированных результатов обучения.

### Материал и методы исследования

В уточненной таксономии Блума познавательной деятельности шесть уровней (категорий): знание, понимание, использование, анализ, оценка и создание. Поскольку знания и навыки, полученные на некотором уровне, являются основой для изучения следующего, таксономию чаще всего изображают в виде пирамиды, уровни (категории) которой характеризуют результаты обучения [9]. Каждая категория определяет некоторые мыслительные действия – когнитивные процессы, соотносящиеся с навыками, которые должны быть сформированы у обучающихся в результате обучения [10]. Для описания целей и результатов обучения используются глаголы действия (табл. 1).

Таблица 1

Ключевые глаголы действия и вопросы для использования при разработке методического обеспечения дисциплины «Инженерная графика»

Уровень познавательной деятельности	Ключевые глаголы	Примерные вопросы
<i>Знание</i>	Выбрать, назвать, определить, обозначить, показать	Что такое... ? Где... ? Почему... ? Какой... ? Как... ? Как можно описать... ? Выбери из...
<i>Понимание</i>	Сравнить, классифицировать, оценить, обобщить, объяснить, описать	Что означает... ? Что можно сказать о... ? Как можно обобщить... ? Как можно сравнить... ?
<i>Применение</i>	Выполнить, изменить, исследовать, определить, подготовить, разъяснить, рассчитать, изобразить, запустить	Как можно решить, используя... ? Что можно изменить, чтобы... ? Как можно решить, используя... ? Что изменится, если... ?
<i>Анализ</i>	Выделить признаки, разбить, классифицировать, объединить, соединить, объяснить, сравнить, структурировать, сделать выводы	Каковы составляющие... ? Перечисли части... Какой вывод можно сделать... ? Как можно распределить... ? разбить на категории... ? Какова взаимосвязь... ?
<i>Оценка</i>	Изложить, комментировать, оценить, обосновать, обсудить, рекомендовать, подтвердить, проверить, ранжировать	Как можно доказать/опровергнуть... ? Оцени значение/полезность... ? Как можно определить, объяснить? Как можно обосновать... ?
<i>Создание</i>	Опубликовать, придумать, построить, разработать, сконструировать, сформулировать, оформить	Придумай, сконструируй... Как можно применить... , чтобы создать... ? Как можно улучшить... ? Как можно проверить... ?

Составлено по [7].

Таксономия Блума может быть построена как для всего курса, так и для отдельного раздела, темы, занятия или задачи. Оценка результатов обучения по каждой категории производится на основе формулировок ее целей, а по уровню сформированности запланированных навыков можно оценить эффективность учебного процесса [11].

Конструирование целей проводят по этапам: сначала выделяют цели курса, затем цели текущей, повседневной деятельности. Описываемая работа выполнена с опорой на данные рабочей программы дисциплины (РПД) «Инженерная графика» для укрупнённой группы специальностей и направлений (УГСН) «Машиностроение» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ):

1. *Цели освоения дисциплины:* развитие образного, пространственного мышления, способностей к анализу и синтезу геометрических форм, овладение методами построения плоских проекционных моделей трехмерного пространства, формирование умений выражать свойства пространственных объектов и отношений между ними средствами геометрической модели, приобретение первоначального опыта проектирования машиностроительных объектов и выполнения конструкторских документов на основе стандартов ЕСКД, формирование навыков применения элементов инженерной компьютерной графики при разработке конструкторской документации.
2. *Компетенции:* способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил.
3. *Индикаторы достижения компетенции:* понимает конструкцию технического объекта по чертежу, демонстрирует первичные навыки выполнения конструкторских документов на основе стандартов ЕСКД.
4. *Трудоемкость освоения* первого раздела дисциплины (начертательной геометрии), составляет 2 з. ед. (зачетные единицы), лекции не предусмотрены, на практические занятия выделено 30 ак. ч. (академических часов), продолжительность курса – один семестр.

С использованием таксономии Блума выполнен анализ РПД дисциплины.

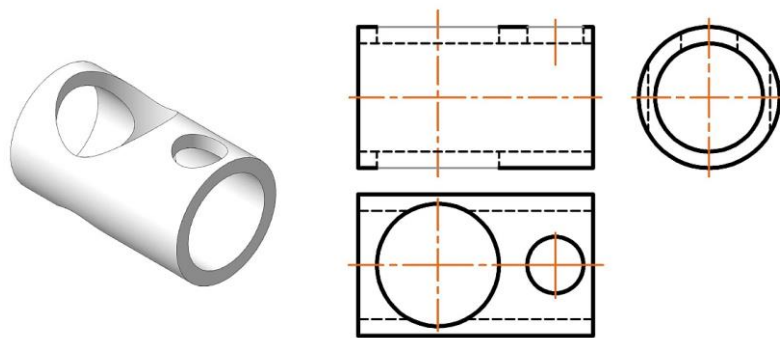
### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ целей и достигаемых компетенций показывает, что начертательная геометрия, несмотря на то что возможности применения ее методов гораздо шире, рассматривается только как дисциплина, формирующая базовые знания для дальнейшего освоения сначала следующего раздела курса – непосредственно инженерной графики, и далее общетехнических и специальных дисциплин, таких как «Детали машин», «Технология конструкционных материалов» и ряда других. Более точная формулировка целей изучения начертательной геометрии и результатов обучения, разработанная по таксономии Блума, приведена в таблице 2.

## Обобщенные цели и результаты изучения дисциплины «Начертательная геометрия»

Уровень познавательной деятельности	Цель и результат обучения
	<i>По окончании курса студент</i>
<i>Знание</i>	<b>знает</b> законы формообразования основных геометрических объектов
<i>Понимание</i>	<b>понимает</b> основные принципы получения изображений на чертеже
<i>Применение</i>	<b>применяет</b> правила и алгоритмы построения плоских проекций геометрических фигур, составляющих тела технических объектов, и принадлежащих им точек и линий, а также линий пересечения поверхностей, соблюдая проекционные связи
<i>Анализ</i>	<b>анализирует</b> форму детали, <b>выделяет</b> составляющие ее тела и поверхности
<i>Оценка</i>	<b>оценивает</b> правильность выполнения изображений на чертеже, <b>обосновывает</b> выбранную последовательность моделирования детали
<i>Создание</i>	<b>конструирует</b> деталь с наперед заданными метрическими характеристиками формы

Достижению обозначенных целей и пониманию студентами предназначения дисциплины, а значит, и заинтересованности студентов в освоении науки, способствует решение практико-направленных задач. Рассмотрим пример задачи и покажем, как использование таксономии Блума может помочь преподавателю спланировать занятие, добиться усвоения нового материала обучающимися с максимальной эффективностью. Рисунки 1 и 2 отражают содержание задачи: по данному наглядному изображению детали необходимо построить три основных вида, выполнить необходимые разрезы и сечения, оформить чертеж.



*Рис.1. Пример задачи. Наглядное изображение фигуры и ортогональные проекции ее поверхностей*

Сначала студенты строят контуры изображений: очерковые образующие цилиндров и вырожденных проекций их поверхностей (рис. 1), без проекций линий пересечения поверхностей. При объяснении темы (первом решении задачи подобного рода) заготовка чертежа выдается. Следующие этапы решения показаны на рисунке 2.

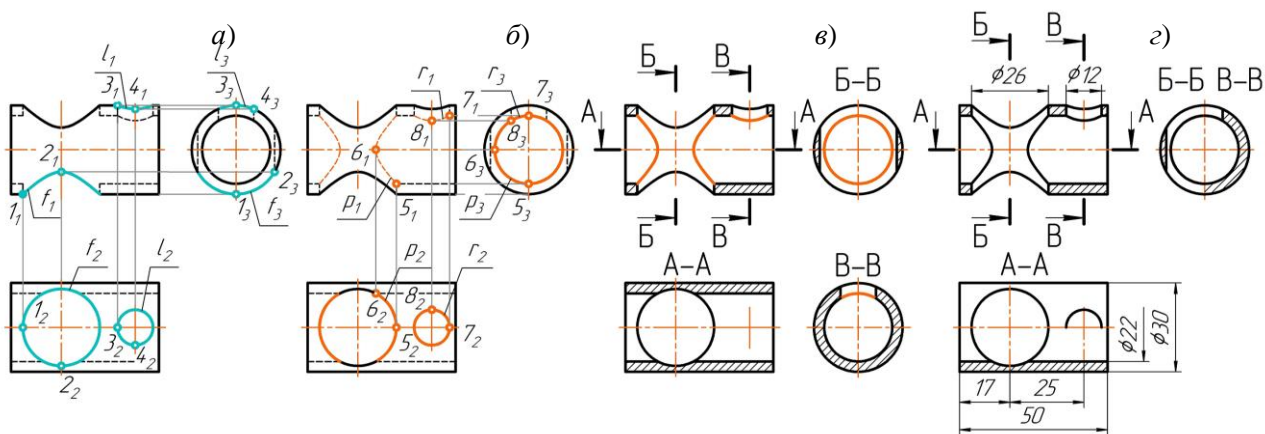


Рис. 2. Этапы решения практико-направленной задачи: а – построение проекций линий пересечения наружных поверхностей, б – построение проекций линий пересечения внутренних поверхностей, в – построение разрезов и сечений, г – нанесение размеров

Для формирования навыков распознавания форм и анализа характера линий пересечения поверхностей и их проекций разработан комплекс моделей и наглядных изображений, примеры которых представлены на рисунке 3.

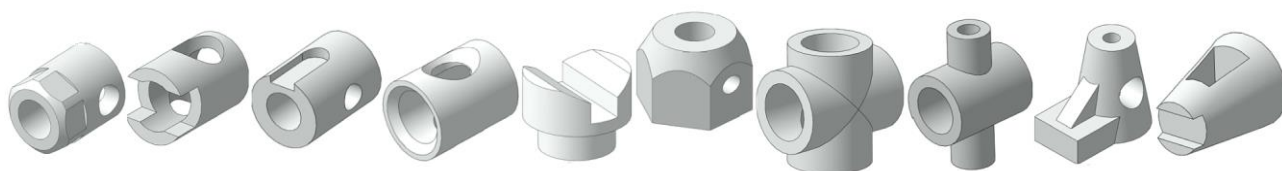


Рис. 3. Примеры заданий для тренировки навыков анализа формы деталей машин

Практическое значение задач очевидно: фигуры имеют форму и содержат элементы деталей машин. Рассматриваемая в примере пара пересекающихся цилиндрических поверхностей вращения с взаимно перпендикулярными пересекающимися осями – наиболее часто встречающаяся в инженерной практике.

Задачи предлагаются студентам на завершающем этапе изучения дисциплины, поэтому цели, которые ставит перед студентами преподаватель в процессе обучения алгоритму решения подобных задач, и достигаемые результаты перекликаются с указанными в таблице 2. Таблица 3 отражает структуру занятия, составленную с помощью ключевых глаголов таксономии Блума и возможных вопросов, отобранных специально для использования в методических разработках по дисциплине «Инженерная графика» (табл. 1).

## Структура занятия по теме

## «Построение линий пересечения поверхностей деталей машин»

Познавательная деятельность		Учебный процесс		
Этап решения	Уровень	Задания / Вопросы	Действия преподавателя	Действия студентов
1. Построение исходных данных	Знание	<p>Что такое проецирующая прямая? Что такое вырожденная проекция? Покажите, как располагается в пространстве горизонтально-проецирующая прямая/плоскость/поверхность? Что такое проекционная связь? Назовите три основные плоскости проекций, вспомните алгоритм построения третьей проекции по двум известным. Что такое ось проекций? Как на чертеже можно показать невидимые линии?</p> <p>Что такое очерк и контур поверхности? С помощью какой линии изображают оси на чертеже?</p>	Подтверждает правильность ответов или напоминает правильный ответ.	<p>Отвечают на вопросы, демонстрируют знания терминов и алгоритмов.</p> <p>Выполняют изображения.</p>
	Понимание	<p>Объясните, как связана профильная проекция с горизонтальной? Объясните, как удобно задать положение осей проекций и почему? Сравните положение двух точек, принадлежащих поверхности? Что можно сказать о видимости этих точек / об их положении по отношению к наблюдателю? Объясните, какая часть поверхности видна наблюдателю спереди и сверху, а какая нет? Почему? Сравните диаметры отверстий с вертикальными осями с горизонтальным отверстием. Какие оси проекций нужно выбрать? где расположить? Объясните, почему именно здесь?</p>	Предлагает сравнить положение цилиндров, найти плоскости, где проекция цилиндра вырождается в линию, оценить положение разных поверхностей. Изображает элементы детали, предлагает варианты для выбора положения осей проекций.	<p>Показывают понимание фактов, демонстрируя линии проекционной связи, сравнивают положение точек.</p> <p>Объясняют выбор положения осей проекций.</p>
	Применение	<p>Изобразите вырожденные проекции профильно-проецирующих цилиндрических поверхностей.</p> <p>Изобразите очерковые образующие поверхности цилиндра снаружи, задайте положение осей вертикальных отверстий и задайте поверхности отверстий с помощью штриховой линии невидимого контура.</p> <p>Изобразите оси проекций.</p>	Выполняет построения на доске, предоставляя возможность студентам проявить самостоятельность и проверить себя, сравнив свои построения с изображением на доске	Последовательно выполняют построения, соблюдая проекционную связь.
2. Построение проекций линий пересечения наружной поверхности с поверхностями отверстий	Знание	<p>Какими свойствами обладает вырожденная проекция? Где располагаются профильные проекции точек, принадлежащих наружной поверхности детали? Где может располагаться фронтальная проекция точки, принадлежащей наружной поверхности детали, если ее профильная проекция известна? Что такое множество точек? Что такое пересечение множеств?</p>	<p>Задаёт вопросы, демонстрируя наглядные модели, предлагает описать свойства поверхностей.</p> <p>Изображает диаграмму Венна, напоминает элементы теории множеств из школьной программы</p>	Демонстрируют знания, выбирают варианты ответа.



Познавательная деятельность		Учебный процесс		
Этап решения	Уровень	Задания / Вопросы	Действия преподавателя	Действия студентов
2. Построение проекций линий пересечения наружной поверхности с поверхностями отверстий (продолжение)	<i>Понимание</i>	<p>Выберите изображения фигур, занимающих частное, проецирующее положение. Выберите точки, принадлежащие цилиндрической поверхности.</p> <p>Найдите вырожденные проекции всех цилиндрических поверхностей? Сравните их положение, диаметры.</p> <p>Рассмотрите варианты пересечения множеств. Сформулируйте правило, как графически определить результат пересечения множеств? Объясните, как можно описать проекцию линии пересечения? Что можно сказать о проекции линии пересечения двух поверхностей, если одна из них занимает проецирующее положение? Если обе занимают проецирующее положение?</p>	<p>Изображает на доске варианты фигур, проекции точек, принадлежащих и не принадлежащих поверхностям, предлагает выбрать.</p> <p>Предлагает простые задачи на пересечения множеств, где в качестве множеств могут быть взяты два круга, круг и окружность, две окружности с разным взаимным положением.</p>	<p>Сравнивают положение поверхностей, находят и обозначают вырожденные проекции.</p> <p>Решают графические задачи на пересечение множеств.</p> <p>Комментируют рисунки, сравнивают и обобщают.</p>
	<i>Применение</i>	<p>Определите, сколько пар пересекающихся поверхностей можно выделить у данной детали? С какими поверхностями пересекается наружная цилиндрическая поверхность детали?</p> <p>Найдите и выделите множества точек - проекций двух пересекающихся поверхностей на всех трех плоскостях проекций.</p> <p>Рассмотрите одну пару. Определите две плоскости, где одна из проекций – вырожденная (является окружностью).</p> <p>Найдите проекции линии пересечения цилиндрических поверхностей на двух плоскостях. Используйте понятие проекционной связи и найдите две точки на вырожденных проекциях, являющиеся проекциями одной точки линии пересечения.</p> <p>По алгоритму дополнительного ортогонального проецирования постройте третью проекцию этой точки. Повторите алгоритм. Соедините плавной линией построенные точки. Повторите действия для второй пары. Как вы думаете, что представляет собой построенная линия?</p>	<p>Обозначает поверхности.</p> <p>Предлагает выделить пары поверхностей, пересекающихся, одна из которых – наружная цилиндрическая, и найти проекции линий их пересечения с опорой на теорию множеств.</p> <p>Выполняет построения на доске. Рассказывает о частном случае проецирования линии пересечения поверхностей второго порядка с общей плоскостью симметрии.</p>	<p>Находят пары пересекающихся поверхностей, Решают задачу о пересечении множеств для множеств точек, составляющих проекции пересекающихся поверхностей.</p>
3. Построение проекций линий пересечения поверхностей отверстий	<i>Знание</i>	<p>Что можно сказать о внутренних поверхностях детали – поверхностях отверстий? Покажите вырожденные проекции, покажите поверхности, с которыми пересекается отверстие с горизонтальной осью.</p>	<p>Предлагает выделить поверхности и оценить их положение.</p>	<p>Отвечают на вопросы. Выделяют поверхности.</p>
	<i>Понимание</i>	<p>Найдите и обозначьте пары пересекающихся поверхностей. Сравните задачу о пересечении наружной цилиндрической поверхности с поверхностями вертикальных отверстий и задачу о пересечении внутренней цилиндрической поверхности с поверхностями вертикальных отверстий. Как вы думаете, если поверхности отверстий такие же, как на этапе 2, какими будут проекции линий пересечения?</p>	<p>Обозначает поверхности, предлагает сравнить задачи этапа 2 и этапа 3. Акцентирует внимание: задачи одинаковые.</p>	<p>Демонстрируют полученный на первом этапе опыт. Рассуждают.</p>



Познавательная деятельность		Учебный процесс		
Этап решения	Уровень	Задания / Вопросы	Действия преподавателя	Действия студентов
3. Построение проекций линий пересечения поверхностей отверстий (продолжение)	<i>Применение</i>	Найдите пары пересекающихся поверхностей, повторите построения линий пересечения для поверхностей отверстий. Начните с маленького отверстия. Как вы думаете, какую одну точку линии пересечения можно ли найти, чтобы определить характер проекции линии?	Предлагает повторить алгоритм решения задачи. Для проверки решения выполняет построения на доске. Отмечает характерные точки – вершины гипербол.	Решают самостоятельно. Определяют вершину гиперболы.
	<i>Анализ</i>	Сравните диаметры отверстия с горизонтальной осью с диаметрами двух других отверстий. Сравните пару пересекающегося вертикального отверстия большего диаметра с отверстием горизонтальным со всеми остальными парами. Что вы замечаете? Сделайте выводы, сформулируйте правило, когда линия пересечения имеет проекцию в виде гиперболы, и как располагается эта гипербола? Охарактеризуйте, как изменяется характер линии пересечения при изменении диаметра одного из цилиндров? Предположите, что будет, если диаметры двух цилиндров будут равны? Какая линия пересечения будет у двух пересекающихся конических поверхностей с общей вписанной сферой? Цилиндрической и конической поверхностей? Эллиптической и конической поверхностей?	Изображает на доске схематично все рассмотренные пары пересекающихся поверхностей. Обсуждает со студентами общие закономерности. Предлагает сделать выводы, сформулировать правило. Рассказывает теорему Монжа о частном случае пересечения поверхностей второго порядка, в которые можно вписать общую сферу.	Анализируют, выделяют признаки, делают выводы, формулируют правило. Строят предположения, представляют, рассуждают.
	<i>Оценка</i>	Преподаватель предлагает желающим темы докладов о поверхностях второго порядка, их свойствах, математическом моделировании и графических построениях, о применении в технике и архитектуре, о методах построения линий пересечения поверхностей и частных случаях пересечения.		
	<i>Создание</i>	Дальнейшее совершенствование знаний и навыков студентов выражается в создании нового объекта. Это может быть научная работа, завершающаяся написанием статьи и участием в конференции, разработка модели технического или архитектурного объекта, создание учебного объекта для демонстрации теории курса или решения прикладных задач.		

Согласно сформированной методике, объяснение темы проводится с использованием разноуровневых вспомогательных заданий и вопросов. Каждый уровень, по Блуму, описывает возможные результаты обучения студента на соответствующем этапе, и переход на следующий, более сложный уровень возможен только после усвоения учебного материала предыдущего. Глаголы трех низших категорий соответствуют репродуктивному уровню познавательной деятельности, на более высоких уровнях – продуктивному, включающему более сложные навыки мышления. Поэтому для большинства этапов решения задачи практического характера задействованы только уровни знания (запоминания), понимания и применения. Глаголы действия, используемые в методике Блума для описания целей,

применяют также и при разработке материалов для текущего и промежуточного контроля. Для оценки результатов обучения на уровне запоминания обычно используют тесты, для более высоких уровней необходимы другие методы.

В таблицу 3 внесены только этапы построения линий пересечения поверхностей. Порядок формирования разрезов и сечений, правила их оформления, нанесения размеров и оформления чертежа детали (рис. 2 в, г) в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) рассматриваются на занятии, но эта тема требует отдельного внимания, уделить которое в рамках данной статьи возможности нет.

Автором отмечено положительное влияние использования таксономии на качество проведения занятия. Структурирование помогает организовать учебную деятельность. Однако следует обращать внимание преподавателей на недопустимость формального подхода, вредность чрезмерного усердия в следовании правилу, запрещающему переход на более сложный уровень до полного усвоения учебного материала предыдущего. Это было и остается основной причиной критики таксономии Блума, поскольку может ослабить заинтересованность и мотивацию к учебе у студентов, тормозить развитие одаренных обучающихся, а также интерес к учебному процессу у самого преподавателя.

В завершение обсуждения обратим внимание: несмотря на развитие компьютерной техники, методов 3D-моделирования и инструментов формирования конструкторской документации с помощью построенных моделей, решение задач, подобных рассмотренной в статье, с выполнением построений на бумаге карандашом, по мнению авторов, остается совершенно незаменимым упражнением, формирующим и развивающим логическое мышление, навыки анализа формы технических объектов, без чего невозможен процесс компьютерного моделирования, анализа изображения на чертеже и выявления ошибок, что является необходимым условием осуществления проверки правильности модели. Знание закономерностей отображения линий пересечения на чертеже и умение «видеть» эту задачу при чтении и разработке чертежа детали – одна из важнейших инженерных компетенций, признак успешно пройденного первого этапа формирования инженерного мышления.

### **Заключение**

В современных условиях преподавания, когда количество отведенных на дисциплину часов продолжает сокращаться, а число студентов в группах увеличиваться, особенно остро стоит вопрос рационального построения учебного процесса.

В рассмотренной работе авторами рассмотрен порядок формирования целей и методы контроля усвоения учебного материала с опорой на таксономию Блума при выполнении заданий графических дисциплин «Инженерная графика», «Инженерная геометрия и компьютерная графика», «Начертательная геометрия». Пример разработанной методики

проведения занятия, посвященного разбору алгоритма решения задачи начертательной геометрии с ярко выраженным практическим значением, демонстрирует, что таксономия может с успехом применяться как для всего курса, так и для отдельных разделов и задач. Показано, что грамотно, с точки зрения методологии преподавания, сформулированные цели помогают преподавателю определить содержание учебного материала, выбрать объем и содержание заданий, методов преподавания, оценить результаты обучения, построить занятие в соответствии с индивидуальными особенностями студентов в разных группах, с учетом мотивированности и уровнем подготовленности, развивая мотивацию и интерес к дисциплине.

Периодическая критика таксономии Блума, связанная в основном с излишней формализацией, не мешает последователям Блума развивать и применять его теорию. Так, например, в настоящее время благодаря системности подхода таксономию Блума активно используют при разработке электронных учебников. Авторы видят возможность использования описанной в статье методики как основы для разработки электронной версии тренажера по решению задач, пример которой рассмотрен в статье.

Обобщая опыт, авторы делают вывод: таксономия Блума дает возможность осуществления системного подхода к разработке всех этапов и уровней учебного процесса. Это улучшает качество учебного процесса, повышает заинтересованность студентов в изучении предмета, а преподавателей – в совершенствовании педагогических навыков.

### Список литературы

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989. 192 с.
2. Хуторской А. В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12. С. 85–91.
3. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э., Бердникова Д.В., Борисов Г.И. Формирование транспрофессиональных компетенций у будущих инженеров // Актуальные проблемы психологического знания. 2019. № 2(51). С. 27-35.
4. Зеер Э.Ф. Персонализированная учебная деятельность обучающихся как фактор их подготовки к профессиональному будущему // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 1(44). С. 104-114. DOI 10.24412/2307-4264-2021-01-104-114.
5. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования: учебник для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2024. 395 с.
6. Королёв М.Е. Целеполагание в обучении математическому моделированию будущих инженеров. Дидактика математики: проблемы и исследования: международный сборник научных работ. 2021. № 53. С. 40–48. DOI: 10.24412/2079-9152-2021-53-40-48.

7. Anderson L.W., Krathwohl D.R., Airasian P.W., Cruikshank K.A. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman, 2001.
8. Итинсон К.С., Чиркова В.М. Применение таксономии образовательных целей Блума в процессе обучения иностранному языку // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10. № 4 (37). С. 106-109.
9. Султанова Г.С. Таксономия Блума как инструмент интеллектуально развивающего обучения студентов // Высшее образование сегодня. 2019. № 1. С. 14-19. DOI: 10.25586/RNU.HET.19.01. P.14.
10. Цветков Ю.Б. Особенности проектирования учебных целей дисциплин инженерных образовательных программ. // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 03. С. 331-344.
11. Ан А.Ф., Соколов В.М. О формировании физической компетентности в подготовке выпускника технического университета // Alma Mater (Вестник высшей школы). 2019. № 3. С. 68-71. DOI: 10.20339/AM.03-19.068.