

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Изобразительного и декоративно-прикладного искусства

(наименование института полностью)

Кафедра «Живопись и художественное образование»

(наименование)

44.04.01 Педагогическое образование

(код и наименование направления подготовки)

Художественное образование

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Трехмерное моделирование ювелирных изделий как средство
развития пространственного мышления у студентов 3-4 курса»

Обучающийся:

Е. А. Голотяк

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный

канд.пед.наук, доцент Г.М. Землякова

руководитель:

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии) Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Теоретические основы развития мышления.....	15
1.1 Понятия и все особенности пространственного мышления.....	15
1.2 Методы формирования пространственного мышления у студентов.....	26
1.3 Трёхмерное моделирование – метод развития пространственного мышления у студентов на основе компьютерной графики	32
Глава 2 Экспериментальная работа по развитию пространственного мышления у студентов средствами трёхмерного моделирования на занятиях декоративно-прикладной деятельности.....	44
2.1 Модель методической системы развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса.....	44
2.2 Выявление начального уровня развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса.....	54
2.3 Экспериментальная работа по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса.....	67
2.4 Выявление динамики уровня развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса	78
Заключение	83
Список используемой литературы	88
Приложение А Констатирующий этап по модулям	91
Приложение Б Методика исследования пространственного мышления И.С. Якиманской.....	92

Введение

Люди постоянно чему-то учатся, в школе, на работе, в самых разных областях жизни. В современном обществе нам не обойтись без электронных устройств. Ещё никогда в истории не было настолько легко получить доступ к такому обилию информации, как сейчас. Каждый день мы контактируем с различными гаджетами. Даже компьютерные термины прочно вошли в нашу жизнь, и наша речь заполнена словами, о которых несколько лет тому назад и не знали его смысла. Компьютерные технологии настолько укоренились в нашей жизни, что невозможно представить себе и усвоить что-то новое без них.

На сегодняшний день часто применимой компьютерной технологией является трехмерное моделирование и 3D печать. Это процесс, посредством которого создаются точные объемные модели, позволяющие сфокусироваться на форме, объеме, размере и внешнему виду в целом. Трехмерное программирование в современной жизни является очень популярным, ведь в нем можно отразить все сферы жизни человека. Оно используется в виртуальной и дополненной реальности, в киноиндустрии, в области рекламы, архитектурного дизайна, инженерии, а также в промышленности. Стремительное развитие компьютерных технологий позволяет создавать максимально реалистичные модели объекта будущих проектов, которые бывает трудно отличить от обычной картинки. 3D моделирование объектов играет важную роль в современном мире при реализации различных бизнес-процессов и успешном взаимодействии с заказчиком.

Двумерное моделирование уходит в прошлое, на смену ему приходит 3D модель, которая обладает широкими возможностями. 3D модель отображается на экране компьютера и является эффективным средством, предоставляющим пространственную информацию, с помощью которой решается широкий спектр задач. Это позволяет усовершенствованной модели

работать не только с существующими объектами, а преимущественно с проектируемыми.

Нельзя не согласиться с тем, что 3D модель – это средство, которое даёт возможность создать визуализированный образ нужного объекта. Исходя из этого можно прийти к выводу, что применять 3D моделирование необходимо, когда нужен новый объект и его двухмерного изображения недостаточно для целостного восприятия. Поэтому 3D моделирование очень часто применяется при создании какого-то нового вида продукции, а также, когда его двухмерного изображения недостаточно для получения необходимой информации.

Тема 3D моделирования очень актуальна и значима и на сегодняшний день является самым передовым направлением предоставления трехмерной информации.

В последнее время 3D моделирование стало очень популярным в ювелирном деле, для удобства создания будущего ювелирного украшения сначала создаётся 3D модель на экране монитора, которую можно повернуть, рассмотреть и измерить с разных сторон.

Ранее, до принятия на вооружение привычных сегодня технологий и оборудования все изделия делались вручную. Работа над созданием коллекций ювелирных украшений начиналась с выбора концепции и стилистики, основанном на вдохновении автора. Перед тем, как создать эскизы, 3D модельер, как правило, составлял мудборд – визуализировал общее настроение всей коллекции. В так называемый мудборд входили графические изображения, фотографии, картинки, которые были необходимы для того, чтобы отразить настроение и тематику будущей коллекции. Следующим этапом было создание эскиза. В эскизе на бумаге основная концепция дизайнера воплощалась в реальные контуры.

Необходимо было разработать несколько версий одного ювелирного украшения, которые могли отличаться различными элементами дизайна, определёнными вставками, вариантами застёжки и другими деталями. Все

версии эскизирования давали возможность выбрать наиболее удачный эскиз с точки зрения стилистики, художественности и функциональности. Затем по эскизу создавалась восковая модель. По завершении этого этапа создавалась восковой прототип ювелирного украшения, который потом становилась трафаретом для отливки из металла. Следующим этапом становился процесс литья в металле, а завершающим этапом создания украшений являлась обработка и закрепка драгоценных камней.

Таким образом работа над любым заказом в ювелирном деле являлось трудоемким и весьма долгим процессом. Поэтому специалисты в области ювелирного искусства на сегодняшний день стремятся облегчить и качественно улучшить процесс изготовления ювелирного изделия. Именно с этой целью используют 3D моделирование в процессе изготовления ювелирных изделий. Такой процесс намного экономит время изготовления моделей, упрощает процесс создания воскового образца и увеличивает производительность ювелиров.

За последнее десятилетие аддитивные технологии произвели масштабные изменения в технологиях производства ювелирных изделий. Многие профессии оказались на грани исчезновения, а другие профессии претерпели изрядные изменения. Несомненно, появились новые профессии 3D скульптора и 3D моделлера, требующие максимальной квалификации и являющимися самыми престижными профессиями на данный момент. 3D моделлеры это настоящие волшебники, современное эффективное средство, с которых начинается сложный и очень интересный процесс воплощения нарисованной модели в реальное ювелирное изделие. Специалисты ювелирного дела обладают четкими дизайнерскими возможностями с помощью компьютерных технологий.

В современной жизни высоко ценится умение создавать качественные 3D модели, но не каждый из студентов разбирается в 3D программах, а также производить с помощью модельного образа объемные объекты. На основании вышеизложенного можно сказать о том, что данная профессии

будет всегда востребована.

Для владения навыками профессионального модельера, необходимы серьёзные знания о том, как создать тот или иной трёхмерный объект. Универсальные моделлеры не специализируются на каком-то одном виде объектов, например, только на создании подвесов, так как обычно работодатели нанимают универсалов. Поэтому следует необходимо знать немного обо всём – о создании колец, изделий с камнями, о 3D пластике.

Очень важно 3D моделлеру обладать навыками рисования, чтобы при помощи ручки или карандаша могли набросать эскиз ювелирного украшения на бумаге для обсуждения и согласования с заказчиком. Непременным условием в работе 3D моделлера-универсала будет знание программ для создания трехмерных объектов, анимации и рендеринга. Также 3D модельеру требуется очень внимательное отношение к деталям, скрупулезность и усидчивость, так как каждая модель долго и тщательно прорабатывается, чтобы приблизить модель к совершенству.

Деятельность 3D дизайнера, как человека творческой профессии связана с мыслительной деятельностью или мышлением.

Одними из известных исследований вопросов мышления являются труды отечественных психологов таких как, С.Л. Рубинштейн, Д.Б. Эльконин, Б.Г. Ананьев, Л.С. Выготский. В своих исследованиях о мышлении ученые подошли к заключению о том, что мышление является важнейшей формой отражения действительности в психическом процессе [1]. Эта форма напрямую связана с жизнью каждого конкретного человека, с его способностью заниматься творчеством, созданием и изменением мира.

Различные аспекты мышления рассматривали более подробно такие психологи как Н.Н. Поддьяков, А.В. Петровский Ж. Пиаже [20]. Эти учёные отмечали, что мышление является основой любой деятельности человека, в том числе и творческой.

Мышление – это также способность человека вызывать в памяти определенные представления и, на основании этих представлений, создавать

совершенно новый образ, который базируется на предшествующем опыте.

Таким образом, проблема формирования творческого мышления остаётся лишь частично исследованной и представляет огромное поле деятельности для современных исследователей в области мышления.

3D моделирование - это отрасль, которая требует от дизайнера широкого и нестандартного мышления для создания интересных и уникальных предметов. При построении объемной модели 3D модельер должен иметь пространственное мышление, чтобы визуализировать и преобразовывать объекты. Пространственное мышление представляет собой вид умственной деятельности, который позволяет формировать пространственные образы и выполнять с ними различные действия, необходимые для решения задач. Без наличия пространственного мышления преобразование объектов в 3D моделировании становится невозможным.

Пространственное мышление в 3D моделировании является ключевым навыком, который определяет качество работы дизайнера. Благодаря этому навыку дизайнер может представить объект в трехмерном пространстве и выполнить необходимые исправления и доработки, используя такие инструменты, как компьютерные программы для моделирования. Кроме того, пространственное мышление позволяет дизайнеру быстро решать сложные задачи и находить оптимальные варианты конструкций объектов, что также имеет большое значение в процессе 3D моделирования. Поэтому, для получения высококачественных результатов в 3D моделировании необходимо грамотно использовать пространственное мышление и развивать данный навык.

Причем под задачами можно понимать и теоретический аспект, и практический. Данный вид моделирования способствует эффективному выполнению многих действий, а также позволяет понять, насколько реально получить на практике необходимый результат. Поэтому пространственное мышление – это навык, который необходим во множестве профессий и сфер деятельности.

Студентам творческих профессий особенно необходимо формирование пространственного мышления, которое и составляет уровень профессиональной компетенции 3D моделиера.

И.С. Якиманская отмечала, что объемно-пространственное мышление включает в себя восприятие действительности и решение задач в процессе творческой деятельности: гармоничность, уравновешенность, чувство стиля, целесообразность, вариативность, конструктивность, гибкость [26]. Соответственно, по мнению многих специалистов в сфере психологии, пространственное мышление является прямым показателем восприятия окружающей среды, а также выражением различных идей и мыслительных результатов с помощью образов, имеющих форму, объем и определённое место в пространстве.

При этом стоит отметить, что в рамках образовательного процесса творческий подход при занятиях по объемно-пространственному моделированию показывает себя как крайне эффективная методика. Элементы творчества и нестандартные подходы активно способствуют развитию не только пространственного мышления, но и мышления абстрактного, позволяя студентам не просто решить поставленные задачи кратчайшим путем, но и найти интересное, нестандартное решение.

Сделаем акцент на том, что творчество как значительный элемент изобразительного искусства и изобразительной деятельности является отличным способом изучения трехмерного изображения, формирования объемных элементов. Соответственно, творческая составляющая позволяет сначала составить мысленный образ перед тем, как студент визуализирует данный образ в формате выполнения заданий или собственного проекта. Качество создания объемно-пространственных композиций зависит от специфики формы мышления.

Основной целью дисциплины является возможность в итоге обучающимся мыслить образно, объемно и представлять свои будущие изделия в пространстве. Основными навыками студентов должны быть

наличие инженерного видения, практическое применение материально-технических баз с помощью трехмерного моделирования, печати и сканирования. Также при помощи пространственного мышления студенты четко представляют промежуточный и конечный результат работы в специальных программах, развивая свое образное и конструктивное мышление, которое позволяет ему создать планируемый образ и управлять в целом, конструктивной деятельностью.

Самыми эффективными инструментами, которые способствуют развитию пространственного представления у каждого учащегося практически в равной степени, являются объемные фигуры, которые демонстрирует преподаватель, визуальный сравнительный анализ объектов, анализ положения объекта в пространстве, моделирование увиденного объекта, правильное изображение, навыки по чтению различных чертежей. Однако сразу стоит упомянуть, что данные инструменты необходимо задействовать комплексно, в противном случае показатели эффективности будут ниже.

Проблема развития пространственного мышления привлекает к себе внимание ряда исследователей, потому что она направлена на поиск более эффективных методов и приёмов обучения студентов – будущих ювелиров. Роль руководителя в этом процессе необходима, т.к. только руководитель может грамотно пояснить и направить внимание студента на наиболее сложные в техническом исполнении задания.

Поэтому роль руководителя заключается в грамотном подходе к выбору упражнений и заданий. И в этой ситуации преподаватель должен взять на себя функцию составления методической системы по обучению навыкам использования данной программы.

Актуальность данного исследования можно представить следующим образом. Современная система образования, к сожалению, не опирается на рассмотренные преимущества по развитию пространственного мышления, то есть в программах не делается акцент. В рамках исследования проводится

наглядная демонстрация влияния развития пространственного мышления студентов при помощи 3D моделирования на уровень компетентности студентов. Современный студент, в первую очередь, должен быть разносторонне развитой личностью, которая обладает широкой информативной базой. К тому же выпускник-ювелир должен стремиться к быстрой обработке данных и формированию необходимых визуальных образов изначально в сознании, это способствует точности выполнения порученной работы. Также студент и выпускник должны разбираться в современных технологиях и программном обеспечении, которое направлено на формирование моделей и эскизов будущих изделий.

Таким образом, темой исследования является «Трёхмерное моделирование ювелирных изделий как средство развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса».

Объект исследования – процесс развития пространственного мышления средствами трёхмерного моделирования ювелирных изделий в программе «Blender».

Предмет исследования: трёхмерное моделирование как средство развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса.

Цель: разработка методики развития пространственного мышления средствами трёхмерного моделирования ювелирных изделий в программе «Blender».

Гипотеза исследования предполагает, что разработанная методика будет способствовать формированию пространственного мышления студентов если:

- будет разработана методика развития пространственного мышления у студентов;
- разработана система упражнений и заданий, формирующая пространственное мышление у студентов 3 и 4 курса по дисциплине «Компьютерное моделирование».

Задачи исследования:

- исследовать пространственное мышление как вид творческой деятельности;
- описать методы формирования пространственного мышления у студентов;
- на основе компьютерной графики рассмотреть трехмерное моделирование как метод развития пространственного мышления у студентов;
- выявить начальный уровень развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса;
- провести экспериментальную работу по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса;
- выявить динамику уровня развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса.

Основную методологическую базу составили исследования многих ученых, психологов и педагогов, которые внесли большой вклад в вопросы развития пространственного мышления.

Работы ученых И.С. Якиманской, Г.И. Лернер, В.В. Репьева, М.Н. Скаткина, И.М. Сеченова, М.И. Башмакова, Е.Н. Кабановой-Меллер, Б.Ф. Ломова, А.М. Пышкало, Н.Г. Салминой, М.Г. Нефедовой, и многих других отражают основы пространственного мышления.

Работы таких авторов как И.В. Князева, Е.Ю. Огановской, А.И. Башмаков, И.А. Башмаков, С.В. Гайсиной посвящены исследованиям возможностей 3D-моделирования в развитии познавательных психических процессов у учащихся.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработанная в рамках данного исследования методика является теоретически обоснованной, а также экспериментально проверенной в рамках данного исследования.

Теоретическая значимость исследования состоит в выявлении новых аспектов развития пространственного мышления путем анализ научных публикаций за последние 5 лет, что расширяет теоретическую базу ее

основы. Полученные данные дают широкое представление о характере развития пространственного мышления в условиях высшей школы.

Практическая значимость исследования состоит в дальнейшей возможности применения разработанных методов, упражнений и заданий, способных развить пространственное мышление у студентов в процессе использования программ и методических пособий по дисциплине «Компьютерное моделирование». Данная методика дает широкие возможности использовать в практике педагогической деятельности в системе высшего образования, или способствуя повышению уровня образования, расширяя перспективы развития пространственного мышления. При применении предложенных методов на практике практически любая ювелирная компания сможет повысить компетентность своих сотрудников.

На защиту выносятся следующие положения:

- методика развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса по дисциплине «Компьютерное моделирование»;
- критерии и уровни оценивания развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса по дисциплине «Компьютерное моделирование».

Глава 1 Теоретические основы развития мышления

1.1 Понятия и все особенности пространственного мышления

Любой современный человек ежедневно совершает тысячи мыслительных операций «автоматически» – то есть в привычном режиме. Мозг постоянно анализирует полученные данные, ищет решения различных задач, моделирует ситуации и различные объекты. При этом у разных людей может быть разная скорость и динамика обработки данных, однако этот процесс происходит у каждого. Причем написание какого-либо текста (от руки или в машинописном виде), формулировка и дальнейшее высказывание предложений и в целом речь – это так же продукт мыслительного процесса.

Для того, чтобы более предметно разобраться, что такое «пространственное мышление», рассмотрим сам термин «мышление» в качестве базового процесса [14].

Мышление – наивысший процесс познания окружающего мира человека. Это наивысшая форма отражения человеком реальности в творческой деятельности, в результате которой появляется такой продукт, которого не существовало ранее, ни в самой реальности, ни в субъекте.

В целом мышление можно понимать, как аналитику имеющихся в памяти фактов, образов и идей с долей творческой составляющей. То есть в процессе анализа, как уже упоминалось выше, мозг решает поставленные задачи. Чем менее стандартным будет решение – тем больше творческой составляющей было применено в ходе формирования результата.

По факту, мышление – это базовый, но в то же время специфический вид деятельности. Такая деятельность относится как к практическому поиску какой-то идеи, так и к теоретическим размышлениям на ту или иную тему. При этом параллельно мышлению часто активизируется и познавательная деятельность, при помощи которой мозг может дополнить «нужной» информацией или воспользоваться чьим-то опытом для формирования

собственного решения – составления модели.

Отметим, что мыслительная деятельность напрямую связана со сферой мотивации человека. Это значит, что мышление ориентировано на решение субъективно-социальных задач, то есть тех задач, которые, в первую очередь, важны самому человеку. Помимо мышления активно работает память – это информативная база, на основе которой в процессе мышления формируется итоговый продукт – решение [6, с. 56].

Одной из интересных особенностей мышления является детализированность представляемых образов – то есть человек способен не просто представить какую-то «картинку», но и наполнить ее мельчайшими подробностями и том, к примеру, какую структуру имеет тот или иной предмет. Основываясь на сенсорной памяти, возможно даже представить, каким тот или иной предмет будет наощупь [28].

Также одной из основных особенностей мышления является целеполагание. То есть любой мыслительный процесс запускается для чего-то, даже те, которые выполняются «автоматически». В целом целью мыслительного процесса может быть, как самая простая «бытовая» задача, так и многоступенчатая задача, с которой человек до этого не сталкивался. Соответственно, на разные процессы уходит разное количество времени и попыток (при необходимости проверить достоверность решения на практике).

Можно даже акцентировать внимание на том, что причиной начала мыслительного процесса всегда возникает та или иная проблема, требующая решения/ответа и так далее. То есть что-то, вызвавшее удивление у человека (или же непонимание) тут же запускает мыслительный процесс в поисках ответа на вопрос «как?» или «что случилось?» – мы ищем объяснение и понимание [3, с. 32].

Творчество и мышление имеют прямую связь друг с другом, однако эти процессы – творческий и мыслительный – не нужно отождествлять. Мышление является одним из видов познания, творчество возможно не

только в одной сфере познания, но и, например, в движении, пении, искусстве.

В целом вопросы мышления в разные периоды изучала масса исследователей, данному вопросу были посвящены научные труды специалистов из разных областей: психологии, педагогики и философии. Наиболее известными исследованиями вопросов мышления являются труды отечественных психологов таких как, С.Л. Рубинштейн, Д.Б. Эльконин, Б.Г. Ананьев, Л.С. Выготский, и другие. В своих исследованиях ученые пришли к выводу, что, мышление – это одна из уникальных форм отражения действительности в психическом процессе, эта форма напрямую связана с жизнедеятельностью человека, со способностью людей создавать, творить и изменять мир [25].

Дж. Гилфорд внес значимый вклад в изучение вопросов творческого мышления человека. Он определил два типа мышления:

Конвергентное мышление (схождение) – это тип мышления, при котором происходит поиск единственно верного решения либо решения, которое входит в сильно ограниченное количество допустимых правильных ответов (скорее всего, они могут быть заранее кому-то известны или сформулированы в теоретическом аспекте – в виде аналогичных версий).

В свою очередь, дивергентное мышление является тем типом мышления, которое имеет абсолютно разную направленность. При этом отсутствие построения линейной логической цепочки позволяет данному типу мышления находить крайне нестандартные решения, как раз потому, что в нем изначально нет опоры на какую-то одну мыслительную ветвь. В психологии такой тип мышления отождествляют с креативной составляющей [13, с. 55].

Отметим, что Гилфорд опирался на идею о том, что дивергентный тип мышления и является основой для творческого мышления, а также о том, что его можно развивать и применять в различных областях. То есть он выделял

данный тип мышления в качестве общей черты во всех творческих проявлениях.

Можно найти очень разные определения мышления по объему и содержанию, но в то же время существует и набор сходных аспектов в процессах мышления. Также в обобщенном виде можно говорить, что мышление – это алгоритмичный процесс познания чего-либо в рамках существующей реальности.

В целом мышление в данном контексте дает понимание о возможности так называемого «переустройства» имеющихся представлений. То есть мышление – это комплекс довольно гибких процессов, которые позволяют адаптировать любой факт или задачу в понятную и простую форму. Соответственно, в процессе мышления за определенный период времени (или за период решения задачи) нельзя определить только творческое мышление или только научное. На практике это всегда комплекс из разных типов мышления, которые по итогу дают эффективный результат.

Кратко рассмотрим данные виды мышления. Все они сходны, как говорилось выше, но все-таки имеют ряд особенностей, по которыми можно классифицировать процесс мышления по приведенным видам.

Научное мышление. Научное мышление имеет среди своих особенностей основную – умение «выключать» уже знакомые признаки при исследовании чего-то нового, то есть изучать с позиции непредвзятого мнения, избегая ложных сравнительных характеристик и ошибок на этой почве [17, с. 72].

Техническое мышление. Данный вид мышления ориентирован на решение задач технического характера. В данном случае речь всегда идет о точном и выверенном решении, основанном на точных знаниях о той или иной области.

Художественное (творческое) мышление. Творческое мышление отличается нестандартностью и «бездорожьем» при определении подходящего пути решения задач. В данном случае мыслительный процесс,

отталкиваясь от определенного известного набора фактов и навыков, ищет нестандартное сочетание имеющегося опыта (практического и теоретического). Поэтому данный вид мышления крайне приветствуется в различных сферах, где можно встретить нестандартные (нешаблонные) ситуации. К примеру, это изобразительное искусство, музыка и даже работа с людьми (социологические направления), так как все эти векторы требуют творческого подхода.

Более поздние исследователи мышления (Р.С. Немов, И.В. Дубровина, С.Л. Рубинштейн) опирались на следующую точку зрения: мышление является по своей сути способностью личности по собственной воле вызывать в памяти определенные представления и, на их основании, создавать новый образ, обязательно опираясь на предшествующий опыт.

В свою очередь, Л.С. Выготский активно позиционировал тезис о том, что само мышление – это крайне сложная разновидность работы человеческого интеллекта. Сложна она тем, что каждый раз личность сталкивается с новыми вопросами и задачами, которые необходимо решить – найти путь, подобрать по определенным признакам (ранее известным) или аналогам [7].

Однако в своем исследовании автор придерживается определения, согласно которому творческое мышление – это мыслительный процесс, который отражает восприятие реальности и является представителем решения многих творческих задач. Интересным фактом является выделение среди различных видов мышления – пространственного мышления.

Пространственное мышление стоит понимать не только буквально – то есть мышление, которое помогает запоминать окружающее пространство и формировать идеи и образы внутри данного представления, но и формировать образ самого пространства (к примеру, данный навык крайне важен для архитекторов и инженеров в профессиональной сфере). Пространственное мышление в целом занимает основную роль для студентов

творческих профессий, и которое входит в число важных общепрофессиональных компетенций [21, с. 104].

Пространственное мышление является одним из направлений мышления образного – то есть навыка по формированию образов (видение объемов и умение воспроизводить их как образ в сознании, к примеру). Пространственное мышление принципиально отличается возможностью определения пространственных характеристик формируемого образа. Особенность состоит в том, что данная разновидность мышления работает с изображениями: в процессе этой операции они воссоздаются, реорганизуются, изменяются в направлении того вектора, который необходим. В данном случае стоит понимать, что любой образ, задействованный при пространственном мышлении – это опорная точка – исходник, на основе которого далее строится нужный образ.

Рассмотрим несколько трактовок понятия «пространственное мышление» от разных исследователей.

С позиции Б.Ф. Ломова, пространственное мышление – это навык, который позволяет проводить процессы в рамках пространственного видения (представления). То есть, другими словами, это умение воспроизвести в ходе мыслительного процесса внешний вид того или иного объекта и его сопутствующие качества.

И.Г. Вяльцева, в свою очередь, выдвинула тезис следующего характера. Пространственное мышление – это умение создавать новые образы, которые имеют в своем основании уже знакомые образы или их аналоги. То есть на основе чего-то знакомого, о чем у человека есть представление, он может сформировать (придумать) что-то принципиально новое, отличающееся от оригинального объекта тем или иным признаком (свойство, внешний вид и т.д.) [23, с. 73].

По мнению А.Д. Александрова, пространственным мышлением можно считать в целом способность воображать тот или иной объект. В целом автор полагает, что пространственное мышление тесно связано с развитием через

геометрическое представление. В целом можно согласиться с данной точкой зрения, так как понимание основ геометрии помогает более точно и последовательно представить объект в своем воображении. Помимо умения представлять что-то навык пространственного мышления, по мнению автора, дает прямую практическую пользу – точную ориентацию в пространстве, что является крайне важным навыком для большинства видов деятельности любого человека.

Также многие работы таких исследователей, как И.А. Володарская, О.Б. Епишева и других посвящены размышлениям о путях развития пространственного мышления. К примеру, авторами предлагается такой способ развития пространственного мышления, как подбор индивидуальных методик, которые были бы комфортны для конкретного человека, акцент в данном случае может быть сделан на формирование определенных качеств, а также культуры мышления [15, с. 77].

Данные исследования говорят о том, что пространственное мышление имеет прямое отношение к видам мыслительной и интеллектуальной деятельности. Процесс происходит следующим образом: определяется предположительно желаемая форма, расположение предметов относительно друг друга (если необходимо сформировать какой-то комплексный образ), то есть формируется ряд физических свойств, которые необходимы для создания образа. Часто для достижения необходимого результата данные образы трансформируются в другие или же корректируются в соответствии с дополненными целями и задачами.

Интересно то, что объект, который наполнен реальными деталями, отличается даже в собственном восприятии от классического графического объекта. То есть, представляя какой-то образ и наделяя его реальными физическими свойствами, мы не воспринимаем его как что-то настоящее и достоверное для нас.

В свою очередь, И.С. Якиманская смогла в своих трудах представить пространственное мышление через типы оперирования пространственными образами. Кратко рассмотрим данные типы.

Первый тип говорит о возможности смены положения, придуманного (или же воспроизведенного и уже знакомого ранее) образа. Примером может послужить изменение угла обзора на объект в своем представлении.

Второй тип, в свою очередь, акцентируется на структуре. К примеру, на основе воспроизведенного образа формируется видоизмененное представление конструкции, цвета.

Третий тип можно обозначить как комбинированный. То есть в данном случае мы можем говорить об одновременном применении первого и второго типа: представляемый объект может быть изменен по положению в пространстве и при этом в то же время измениться по своей структуре. Данный тип является более сложным в рамках пространственного мышления, так как одновременно меняется сразу несколько признаков, которые человеку необходимо не просто бездумно визуализировать, а точно представлять, в чем именно состоит представляемое изменение [29, с. 59].

Отметим, что представление какого-либо объекта в пространстве – это не только момент формирования его в рамках собственного воображения, но и одновременно ведение самостоятельной деятельности. Речь идет о том, что дальнейшая деятельность строится на основе сформированного в воображении образа, наделенного физическими свойствами. По факту, сознание в собственных границах визуализирует и предвосхищает потенциальный практический результат. Но при этом не применяется никакой наглядный пример – то есть сформированный в воображении результат является полноценным и самостоятельным продуктом.

По мнению Е.В. Знаменской, «Процесс формирования и развития пространственных представлений характеризуется умением мысленно конструировать пространственные образы или схематические конфигурации у изучаемых объектов и выполнять над ними мыслительные операции,

соответствующие тем, которые должны быть выполнены над самими объектами».

В работе данного автора мы сталкиваемся с акцентированием роли процессов моделирования в практике пространственного мышления. При этом автор снова подчеркивает, что моделирование является неотделимым элементом пространственного воображения [12].

Моделирование, в свою очередь, содержит в себе следующие составляющие:

- соединение массы элементов, среди которых можно выделить как логические, так и абстрактные компоненты, как конкретные, так и обобщенные. Все зависит от самой модели и цели ее формирования;
- одновременное применение как практических знаний и навыков, так и теоретических. В данном случае речь идет и о геометрии, и о понимании формирования пространственных аспектов, и о вычислениях и так далее;
- однозначное эстетическое удовольствие от созерцания. В данном случае речь идет о моделировании ручной работы. Разумеется, проработка всех элементов, задуманных в модели, может вызывать сложности на практике, однако в том случае, если результат представляемый и результат реальный совпадают, значит и проработка модели в теории, и реализация ее на практике выполнена верно;
- сама по себе модель может полноправно считаться способом измерения степени соответствия представляемого продукта материальному изделию (оригиналу);
- практическое производство модели соединяет в себе практически все те знания и навыки, которые были получены студентами в процессе обучения [22].

Как говорят многие исследователи, довольно высокая степень в развитии именно пространственного мышления является залогом ведения

успешной профессиональной деятельности в будущем для каждого студента, а также развитое пространственное мышление позволяет более эффективно усваивать весь объем информации, получаемой в процессе обучения, который считается довольно сложным именно из-за повышенной необходимости в умении выстраивать образы для понимания основных причинно-следственных связей и их закрепления [11, с. 104].

В целом пространственное мышление развивается с самого детства, когда ребенок, уже имея определенные (пусть и поверхностные или сильно упрощенные) знания и навыки, начинает придумывать, как их применять на практике. Это крайне активно совмещается с познавательной деятельностью, которую проявляют дети с самых ранних периодов [31].

Пространственное мышление человека развивается в течение всей жизни, начиная с младенческих лет, когда ребенок впервые начинает ориентироваться в пространстве. Далее это качество продолжает развиваться в рамках дошкольного образования (детского сада). Это возможно благодаря множеству современных игр, в которых применяется начальное моделирование – конструкторы, пазлы.

Далее, уже в рамках младшей школы, к развитию пространственного мышления подключаются точные науки – математика, в рамках которой в начальной школе, как правило, присутствует упрощенное представление о геометрии. Как уже было сказано ранее, геометрия и геометрическое представление – один из важнейших аспектов пространственного мышления.

Ученики средней школы продолжают развивать пространственное мышление, однако менее активно. Все дело в том, что в среднем звене основной акцент делается на развитие логического мышления, к тому же добавляются все новые предметные области, которые крайне необходимо осваивать. Но также стоит отметить, что пространственное мышление не тормозит в своем развитии. Появление геометрии и физики в расписании ребенка укрепляет уже имеющуюся базу знаний и умений, в следствие чего

образы, которые могут воображаться учеником средней школы, становятся более продуманными и осмысленными [30].

А вот замедление в развитии пространственного мышления в старшем звене на данный момент является неоспоримым фактом, так как продолжение акцентирования на логическом мышлении для оперативного формирования причинно-следственных связей в рамках образовательного процесса, с одной стороны, действительно, развивает логику, с другой – оттесняет пространственное мышление на второй план. Итогом такого явления можно назвать дальнейшие сложности в профессиональной деятельности уже взрослого человека.

Для студентов, в свою очередь, последовательное развитие пространственного представления имеет большое значение для становления профессиональной компетенции. От уровня развития зависит успешность самореализации студента.

Развитие пространственного мышления имеет важное значение для улучшения способности человека ориентироваться в пространстве, создавать пространственные образы и успешно решать различные задачи. Основная цель развития этого навыка заключается в помощи студентам в правильном восприятии формы, размера и движения объектов в трехмерном пространстве. Как результат, студенты смогут лучше понимать и оценивать пространственные параметры окружающей их среды, а также успешно решать пространственные задачи. В целом, развитие пространственного мышления является важным аспектом познания окружающего мира и может оказать положительное влияние на жизнь человека в различных сферах его деятельности [5].

Таким образом, на основе изученных данных и мнений исследователей, можно прийти к следующему выводу. Любой современный человек обладает целым комплексом навыков различной направленности, а также обширной информативной базой. Для того, чтобы применять и совмещать полученные навыки, знания и опыт, каждый человек запускает различные виды

мышления (в зависимости от оставленной задачи). Одним из важнейших элементов мышления является пространственное мышление, которое позволяет создавать в воображении реальный образ того или иного предмета, наделенного определенными физическими свойствами, а также предполагать его итоговый вид или результат его применения на практике.

При этом, несмотря на то, что пространственное воображение развивается у каждой личности с самого детства, его необходимо развивать и в рамках образовательного процесса. Высокая степень развитости пространственного мышления гарантирует повышенную эффективность в усвоении учебного материала, а также в дальнейшей работе по специальности во многих профессиях.

1.2 Методы формирования пространственного мышления у студентов

Развитие пространственного мышления лучше всего начинать в раннем детстве, потому что к подростковому возрасту его формирование считается уже полностью завершенным. Психологи считают, что существуют методы и упражнения, которые значительно влияют на развитие восприятия более высокого уровня и в более старшем возрасте. В таблице 1 представлено мнение психологов о пространственном мышлении и образе у студентов.

Таблица 1 – Точки зрения психологов о пространственном мышлении и образе у студентов

Автор	Точки зрения
И.Я. Каплунович	Процесс оперирования пространственными образами при решении задач на основе имеющихся представлений
В.С. Столетнев	Через его функции, основными из которых являются мыслительные операции над образами по преобразованию формы, величины и пространственных соотношений между элементами объектов геометрического пространства

М.Н. Шардаков	Определяет главным свойством пространственного мышления осмысленное восприятие пространственных отношений, необходимых для усвоения учебного материала по математике, географии и другим предметам
И.С. Якиманская	Обладает всеми характерными особенностями образного мышления, но имеет свои специфические черты, что связано с содержанием самих образов, условиями их создания и оперирования ими
Б.Г. Ананьев, А.Н. Леонтьев	Признают деятельность двух типов, четко обособляемую: продуктивную и репродуктивную

Однако, коррекция пространственного мышления возможна. Это объясняется тем, что у человека есть несколько видов восприятия: сенсорное, зрительное и пространственное [27]. А чтобы их развить нам необходимо в учебном процессе сделать ряд упражнений и заданий, способствующих восприятию мира в целом, так как мы живем в пространстве, в окружающей действительности, которое совершенно многообразно.

Наиболее эффективными методами развития пространственного воображения и мышления в ювелирном направлении являются:

- эскизирование,
- макетирование,
- трехмерное моделирование.

Эти методы приводят к наилучшим результатам, если они используются систематически и в комплексе. Рассмотрим их по порядку.

Эскизирование – это изготовление различных видов рисунков, которые необходимы для визуализации будущего изделия и дальнейшей проработки, и реализации заданной идеи художника-ювелира.

Эскиз – это поиск и сбор возможных идей. Это поисковая форма, при которой намечаются формы, особые элементы и конструкции будущего изделия. Эскиз позволяет представить, как должна выглядеть модель в объеме.

Для создания эскизов студентам необходимо понимать основы

перспективы, работу в плоскостях. Рисуя на бумаге эскизы, студенты, ориентируются на плоскости в 2х-мерном измерении, пытаются представить в голове, то, как должна выглядеть модель в объёме. Но для понятия того или иного объема изделия нужно изображение в изометрии. Тем самым очень часто учащиеся сталкиваются с трудностями связать видимую форму изделия с абстрактными понятиями геометрии, такими как пространство, структура [23, с. 66].

Поэтому в этом методе необходимо развитое пространственное мышление. Оно даст студентам понимание характера пространственного строения формы и структурных особенностей связи ее частей. Рисование и создание эскизов – это практика, только постоянные тренировки, анализ и эксперименты с повторением позволяют достичь желаемого результата.

С помощью метода эскизирования не всегда удастся понять форму будущего изделия, особенно если оно сложное и объемное, поэтому студентам помогает способ макетирования.

В таблице 2 представлены исследователи и их мнения. Отметим, что исследуемая тема была интересна многим специалистам еще в начале XX века, однако широкое распространение она получила только после «технологического прорыва», который позволил вывести пространственное мышление на принципиально новый уровень.

Таблица 2 – Исследователи их мнения

Исследователи	Мнения исследователей
И.И. Леонидова	В макетировании очень многое зависит от самого материала, из которого делается эскиз-модель, поскольку его фактура имеет определенный масштаб, который должен быть соотнесен с замыслом проекта. Самым универсальным средством по-прежнему остается белая бумага – она невероятно пластична и масштабна
Педагог-архитектор Й. Альберсс	Предложил использовать для выполнения учебных макетных упражнений в качестве материала только бумагу. Его внимание привлекли ее конструктивные свойства, возможность делать ровные углы, работа на сжатие и растяжение
Б.Иофан, В.Щуко, В.Гельфрейх	Период «освоения классического наследия», эскизное макетирование уступило место графическому исполнению замыслов

Макетирование – один из методов развития пространственного мышления между эскизами и готовыми проектами. Макетирование является важным этапом на пути к созданию ювелирных изделий. Макет гарантирует эффективную реализацию разработок, так как позволяет специалистам изучать будущую форму изделия в процессе проектирования, задолго до того, как прототип будет готов.

Макетирование развивает основы понимания пространства. Макет дает студентам представление об одном из методов трехмерного выражения идеи. Макет обеспечивает наглядность, позволяет менять точку зрения при осмотре, анализировать характеристики изделия и план создаваемых модулей. Выполнение макетов развивает собственный творческий подход к работе и пространственное мышление. Макет позволяет получить представление закономерностях восприятия объектов в натуре, на масштабных моделях.

После того, как прошел поиск идеи изделия на бумаге и затем, изучив форму предмета в реальной жизни с помощью макета, можно приступить к методу 3D моделирования.

Говоря о теории проектирования, необходимо упомянуть, что в рамках данной теории можно представить любой проект в качестве поэтапного процесса, а также выделить определенный алгоритм, которому данный процесс должен подчиняться.

В целом этапы можно представить следующим образом:

- поиск необходимого образа/идеи,
- формирование композиции/ансамбля – в зависимости от вида проектной деятельности и ее направленности (сферы),
- непосредственно реализация проекта (как правило, тут делается серьезный акцент на экономическую составляющую проектного решения).

Также, рассматривая каждый этап, необходимо отметить, что применение современных технологий для моделирования на каждом этапе

абсолютно разное. Это напрямую зависит от поставленной задачи, а также от требований, которые предъявляются к ее решению.

Впервые применение тех или иных технологий в качестве инструмента для моделирования в ювелирной сфере произошло в 90-е годы (вторая половина). Разумеется, данные технологии были применены на этапе конструирования изделий, как в самом очевидном и возможном на тот момент варианте. По словам Д.Г. Медведева, «Первая программа, которая была задействована в данном процессе, была Autodesk AutoCAD» [2]. Цель данной программы стало максимальное повышение точности в расчетных чертежах, изготавливаемых для ювелиров».

Довольно быстро – уже на следующем этапе – технологии применялись уже для формирования виртуальных моделей изделий самими ювелирами. Так 3D-технологии стали прочно укрепляться в ювелирном деле, потому что специалисты довольно быстро оценили возможности и перспективы подобных программ. На данный момент активно применяется в ювелирной практике несколько методов формирования 3D моделей.

Метод, который по праву можно назвать универсальным, это метод полигонального моделирования [9]. Кратко рассмотрим его сущность. Полигональное моделирование является по своей сути одним из самых старых (относительно всей истории моделирования) методов получения моделей с помощью каких-либо технологий. Данный метод берет свое начало в восьмидесятих годах XX века. Суть метода – модель и ее внешняя форма составляется на основе количественного показателя, а также расположения в пространстве относительно друг друга единиц построения, которыми являются полигоны, вершины и ребра. Соответственно, такое сочетание «простейших» единиц позволяет получить практически любую модель – точную и геометричную или плавную бионическую – все зависит от концепции.

Для моделирования идеальных поверхностей, сторон и граней, в свою очередь, больше подойдет NURBS-моделирование. Данный подход в

программном обеспечении уже был разработан как целенаправленная программа для работы в сфере дизайна [12, с. 28].

В свою очередь, эффект «скульптурной формы» можно получить путем применения для создания модели пиксельное моделирование. Данный метод возник, к слову, на базе полигонального моделирования и активно применяется в различных сферах. Такую методологию можно сравнить с виртуальной лепкой из глины или гипса – автор концепции представляет в ПО поверхность всей модели как совокупность небольших элементов, каждый из которых от «высекает» – при помощи инструментов, заложенных в программном обеспечении, формирует необходимый фрагмент с нужными формами и текстурами.

Также отдельным направлением стало и виртуальное эскизирование. С недавних пор этот метод набирает все большую популярность не только среди промышленных ювелирных заводов, но и среди небольших компаний и отдельных мастеров.

После эскизирования и макетирования, идет метод 3D моделирование.

Сейчас 3D моделирование вполне может быть заменой для большинства «рукописных» эскизов. Это экономит время, делает процесс более техничным и точным. Также в некоторых случаях 3D моделирование позволяет пропустить стадию изготовления физического образца (модели) для осмотра и сразу приступить к изготовлению изделия по разработанной виртуальной модели [20, с. 58].

Говоря о применении 3D моделирования в образовательном процессе, отметим, что польза от такого моделирования является неоспоримой. На такой модели студенты могут оттачивать свое видение, учиться учитывать различные тонкости и нюансы. К примеру, сформировав такой макет, студент в дальнейшем по указанию преподавателя сможет довести его до «совершенства» – видоизменить для выполнения необходимых требований в рамках образовательной программы [10].

Существует несколько программ 3D моделирования, отличаться они могут принципом построения модели – от плоскости, от точки или иметь специфику пластики, как будто вы работаете с пластилином. Программа выбирается исходя из специфики работы, но изучив какую-то одну программу, которая более универсальна, можно выполнять большинство необходимых моделей.

Рассмотрев все виды методов развития пространственного мышления, автор считает, что эскизы необходимы, так как они фиксируют и отражают основную идею, по мере развития которой будет преобразовываться в форму и будет выполняться в материале. Макет является трехмерным воплощением изделия в альтернативном материале, в котором понятна и читаема конструкция, решены основные соединительные моменты, а трехмерное моделирование является технологией создания ювелирных изделий в компьютерных программах, как завершающая часть проектирования в сочетании с новыми технологиями.

1.3 Трехмерное моделирование – метод развития пространственного мышления у студентов на основе компьютерной графики

В современном мире отводится роль эффективному развитию пространственного мышления учащихся, которое позволяет студентам подготовиться к основным задачам, занимающим лидирующее место для подготовки 3D дизайнера в рамках всех образовательных процессов. В целом говоря об инновациях, можно упомянуть следующее. Применяя технологии для моделирования, студент учится не только в теории, но и на практике уже получает опыт реализации своего проекта (образа), хоть и в виде виртуальной модели.

Главной отличительной особенностью этих технологий является то, что при работе с трехмерными объектами вы можете произвольно изменять

угол изображения в любое время. Это позволит отлично развивать пространственное мышление, работая в такой сфере.

Главным преимуществом, в свою очередь, является формирование интерактивной среды, которая намного ярче и лучше запоминается студентами, чем представляемый образ или показываемая преподавателем модель.

Основные преимущества компьютерных технологий в современном обучении это:

- грамотно организовывать изучение нового материала в процессе обучения;
- повысить эффективность обучения за счёт включения сразу нескольких видов чувственного восприятия при демонстрации мультимедийного контента;
- реализовывать разноплановый подход обучения для детей с различными способностями и стилем обучения;
- осуществлять индивидуальный подход к учащимся, за счёт специфических особенностей компьютерных технологий;
- повышать эффективность всех уровней учебно-воспитательного процесса.

К тому же с применением знаний в рамках практики с виртуальным моделированием студент сразу получает необходимый опыт разной направленности:

- работа с программным обеспечением;
- навыки по моделированию;
- развитие пространственного мышления;
- навык корректировки собственной модели (понимание функционала).

Одно из самых известных компьютерных технологий является 3D технологии.

3D технологии в образовании дают наглядные и обучающие средства, развивают творческие способности учащихся, помогают привлечь внимание учащихся, делая процесс обучения интересным и наглядным [8].

В образовательном процессе широкое применение используется такой вид 3D-технологий как 3D моделирование.

Моделированием называют метод познания, состоящий из создания объекта и исследования его. Этот метод основан на принципе замещения: студент заменяет реальный объект другим объектом, своим виртуальным изображением, условным объектом.

В философии моделирование определяется как способ изучения познаваемых объектов в их моделях; с целью определения или улучшения их свойств, рационализации методов их построения, регулирования их построения и изучения закономерностей реальных объектов и явлений.

Г.А. Балл под моделированием понимает создание модели, опосредующей отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.

А.Н. Аверьянов дает следующее определение моделированию: «Моделирование – это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система:

- находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;
- способная замещать его в определенных отношениях;
- дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте».

Опираясь на приведенных выше определениях, можно сделать последующие заключения:

- моделирование – это метод приобрести определенные данные об исследуемом объекте, если непосредственное изучение объекта затруднено, невозможно или малопрактично;

- объектом моделирования является модель, потому что во время моделирования сознание принадлежит не тому объекту, который нас интересует, а вспомогательному изучаемому объекту, то есть модели.
- на основе результатов наблюдений, измерений, расчетов, экспериментов, анализа алгоритмов, выполненных на моделях, можно сделать выводы о явлениях, происходящих в реальности;
- моделирование осуществляется субъектом с определенной целью;
- поскольку построение и исследование моделей осуществляется содержанием знаний человека, моделирование можно считать деятельностью.

3D моделирование представляет собой процесс, который включает в себя создание объемной модели объекта, используя компьютерные программы для моделирования. Главная задача 3D моделирования заключается в разработке визуального трехмерного изображения объекта, которое может быть использовано в различных сферах деятельности, таких как архитектура, машиностроение, игровая индустрия и другие. Представляя объект в форме трехмерной модели, дизайнер может создавать и изменять его в разных ракурсах и перспективах, что обеспечивает более точное восприятие его формы и размеров. В итоге, 3D моделирование позволяет получить готовый объект, который может быть использован в реальной жизни, визуализирован на компьютере, а также использован для совместной работы со специалистами разных профилей. В этом случае модель может соответствовать объектам реального мира или быть полностью абстрактным.

Существует два основных принципа создания трехмерных моделей:

- наглядность,
- информативность.

Наглядность – свойство изображения заключается в правильном и четком представлении объекта моделирования. Наглядность создается внешним оформлением трехмерной модели, цветовой схемой, системой

оценок, формами и размерами элементов предмета изображения, его дизайном и структурой, то есть внешним видом трехмерной модели с возможностью визуального восприятия пространственных форм, размеров и расположений нарисованных объектов. Информативность – свойство трехмерных изображений определяется, прежде всего, наличием в них различных пространственных признаков. Максимальная информативность трехмерных изображений означает детальное отображение всех значимых элементов пространства, размеров и форм.

Трехмерные технологии могут быть использованы в области таких направлений:

- география – для визуализации трехмерного виртуального пространства местности Земли;
- история – для того, чтобы вообразить многие моменты многозначительных событий в трехмерном измерении;
- анатомия – с целью визуализации разных элементов туловища и органов;
- химия и биология – для построения моделей молекул и цепей ДНК.

Как уже упоминалось выше, список областей, где может быть применено 3D моделирование, довольно широк. Однако, 3D моделирование может принести большую пользу, если мы рассматриваем его как инструмент для развития навыков, влияющих на успех в освоении большего количества дисциплин. Рассматривая в этой работе пространственное мышление является одним из ключевых способностей, инструментом развития которого может стать 3D моделирование

Моделирование 3D объектов возможно только с помощью 3D редактора, который является специальным программным обеспечением на компьютере.

Сейчас существует большое количество 3D программ, позволяющих формировать условные модели в трёхмерном пространстве. Из всех

программ можно поделить на четыре основные группы [17, с. 76]. В таблице 3 представлены группы по 3D моделированию.

Таблица 3 – Распределение программного обеспечения по группам

Группы 3D программ	Название 3D программ
Программы для скульптинга	Autodesk, Pixologic, ZBrush
Универсальные 3D редакторы	Cinema 4D, 3DS Max, Maya, Blender и другие
Игровые движки	CryEngine 3, Unreal 4, Unity 5
Узкоспециализированные приложения, специально разработанные для конкретных задач	

При выборе программы необходимо разбираться в последующих условиях:

- наличие простых для понимания и высокопроизводительных инструментов трехмерного моделирования;
- инструментарий программы должен быть комфортным для моделирования объектов;
- наличие обновления программы.

В своем исследовании автор использует программу Blender [19]. Blender – это бесплатное программное обеспечение для трехмерной визуализации. Программа обладает обширным диапазоном пользовательских интерфейсов, благодаря чему ее возможно применять в различных сферах. В программе можно моделировать объекты, создавать анимацию, а также редактировать видео. Blender работает одинаково хорошо на компьютерах с операционными системами Windows, Linux и Macintosh.

Главным преимуществом Blender является то, что данная программа легко устанавливается и может храниться на USB-накопителе. Поэтому студенты могут в любом месте, где есть компьютер продолжить заниматься исследованием программы [4, с. 37].

В программе Blender есть несколько особых функций: имеются «горячие» клавиши, которые просты в управлении и есть подробные

инструкции; уделяется большое внимание мелким деталям; точные настройки параметров могут быть вручную [18, с. 45].

Существуют несколько методов моделирования и изменения объектов в этой программе, что дает студентам постепенно освоить программу и выбрать более подходящий алгоритм действий.

Метод полигонального построения. Самый распространённый метод при проектировании изделий. Особенность этого способа состоит в построении 3D объектов, с помощью полигонов (плоскостей). С помощью каркасов моделей, которые имеют трехмерные изделия, составляющие одно целое, можно редактировать изделие, масштабировать, передвигать и так далее.

Полигональное моделирование является популярным способом построения предметов, но есть и другие методы, которые используются при моделировании 3D объектов. Так, например, для построения животных или растений чаще всего используется сплайновое моделирование.

Сплайновое моделирование представляет собой метод создания 3D моделей, который основан на использовании сплайнов. Сплайн – это гибкое лекало в 3D, представляющее собой трехмерную кривую, которая служит основой для создания огибающей поверхности модели. Благодаря использованию сплайнов, модель обладает высокой детализацией, за счет чего она более гладкая и эстетически привлекательная. Каркас модели является основой, на которую «накладываются» сплайны, образуя трехмерные поверхности.

Скульптинг представляет собой процесс цифрового скульптурного моделирования, позволяющего создавать трехмерные объекты, «лепить» их, как если бы вы использовали реальные материалы для лепки. С помощью специальных программ для скульптинга, пользователь может добавлять, удалять и модифицировать материалы, рисуя их непосредственно на трехмерной модели. Этот метод позволяет создавать детализированные и сложные модели с большим количеством деталей, давая большую свободу

творчества и захватывающий процесс создания модели в цифровом пространстве.

Он позволяет создавать высокополигональные (до сотен миллионов полигонов) трехмерные модели с высоким уровнем детализации. Это сравнительно молодой метод, активно развивающийся в последнее время. Она стала популярной альтернативой традиционному 3D моделированию, с помощью которого можно создавать только относительно грубые низкополигональные объекты и сцены.

Внедрение 3D технологий в сферу образования способствует воспитанию у студентов новых подходов к проектной деятельности, конструктивной деятельности и дает мотивацию к техническому творчеству.

Для эффективного применения метода моделирования в развитии пространственного мышления учащихся целесообразно разработать содержательную базу упражнений и заданий, связанных с изучением моделей, позволяя при этом учащимся построить эту модель, чтобы определить основные специализированные характеристики и взаимосвязи через концепцию и процесс ее построения. Целью этих заданий является популяризация технического и технологического образования среди современных студентов, внедрение новых образовательных технологий в учебный процесс. [24, с. 67].

Рассмотрим на примере, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет» формы образования для студентов по программе по 3D моделированию, рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование».

Дисциплина «Компьютерное моделирование» относится к вариативной части профессионального цикла. На занятиях студенты изучают построение модели и этапы моделирования. В практические занятия входит теоретическое введение по данной теме, выделение объекта моделирования,

параметры модели, построение модели на легком и сложном уровне, алгоритмы геометрического моделирования.

Кратко рассмотрим содержание программы. Всего программа «Компьютерное моделирование» рассчитана на 4 семестра, она включает в себя 576 часов. За период обучения по данной программе студенты получают практический опыт (практика занимает 276 часов), опыт самостоятельной работы (299 часов), также в программу входит контактная работа (277 часов).

В целом программа данной дисциплины ориентирована на первичное формирование представления у студентов о трехмерном моделировании, а также графическом представлении моделей. Эти представления и навыки студенты учатся применять в рамках профессии ювелира.

Вся программа представлена в виде модулей, которые сформированы по темам. К примеру, первый модуль в целом ведет речь о сути 3D моделирования и его значении в рамках применения моделирования в разных профессиях.

Второй модуль уже представлен конкретным решением практических задач и параллельным освоением программного обеспечения. Третий и четвертый модуль активно развивают навыки по работе с графическим представлением камней, разных металлов.

Пятый и шестой – уже более детальное моделирование изделий с применением навыков, полученных на занятиях по предыдущим модулям. Последние модули уже ориентированы на скульптинг и рендеринг – непосредственная работа в разных программах по 3D моделированию для создания полноценных 3D моделей потенциальных ювелирных изделий с учетом всех технических особенностей изделия и производственных процессов.

Темы, из которых состоят модули, в свою очередь, раскрывают многие вопросы в отношении исследуемого направления. Начиная с общего понимания о 3D моделировании, заканчивая построениями отдельных видов изделий (браслетов, обручальных колец и так далее). Помимо объектов 3D

программа предусматривает и изучение 2D графики (векторная) – построение графического представления в кривых для дальнейшего развития практических навыков в различных направлениях. Также темы модулей содержат представление о создании макетов камней, формирует понимание об их обработке, о посадочных местах под камни и так далее [12, с. 131].

Помимо формирования представления о том, как визуализировать необходимое изделие, студенты получают навык по углубленной работе с различными программами, которые будут необходимыми в практике ювелира. Кратко перечислим основные педагогические технологии, которые применяются в рамках данной программы:

- традиционная технология обучения;
- модульная технология обучения;
- информационные технологии;
- технология дифференцированного обучения.

Методы работы:

- наглядные;
- словесные;
- практические;
- презентационный метод;
- самостоятельная работа;
- индивидуальная работа;
- метод защиты портфолио.

Таким образом, применение компьютерных технологий в области 3D моделирования – это не просто удобно в практическом использовании, но и максимально эффективно в процессе обучения. Студенты, применяющие 3D моделирование в рамках образовательного процесса, на примере таких моделей видят все недочеты и могут в режиме реального времени вносить правки в макеты будущих изделий.

К тому же работа с программами для моделирования позволяет развить пространственное мышление, одновременно визуализируя представляемый образ и показывая его достоинства и недостатки.

Вывод по первой главе

В соответствии с проведенным теоретическим исследованием можно сделать вывод, что процессы мышления – это естественные, но в то же время крайне сложные направления интеллектуальной деятельности каждого человека. Всего различают несколько видов и типов мышления, один из которых – пространственное мышление – один из самых актуальных для многих сфер человеческой деятельности. Данный вид мышления позволяет сформировать образ «реального» объекта, наделенного знакомыми физическими свойствами.

Также данный тип мышления перекликается с творческой составляющей мышления, так как формирование нового образа – это поиск нового решения, чем больше будет творческая составляющая, тем более нестандартным и интересным получится образ.

На сегодняшний день часто применимой компьютерной технологией является трехмерное моделирование и 3D печать. Это процесс, посредством которого создаются точные объемные модели, позволяющие сфокусироваться на форме, объеме, размере и внешнему виду в целом. Трехмерное программирование в современной жизни является очень популярным, ведь в нем можно отразить все сферы жизни человека. Оно используется в виртуальной и дополненной реальности, в киноиндустрии, в области рекламы, архитектурного дизайна, инженерии, а также в промышленности.

Стремительное развитие компьютерных технологий позволяет создавать максимально реалистичные модели объекта будущих проектов, которые бывает трудно отличить от обычной картинки. 3D моделирование

объектов играет важную роль в современном мире при реализации различных бизнес-процессов и успешном взаимодействии с заказчиком.

В современной жизни высоко ценится умение создавать качественные 3D модели, но не каждый из студентов разбирается в 3D программах, а также производить с помощью модельного образа объемные объекты. На основании вышеизложенного можно сказать о том, что данная профессия будет всегда востребована.

Для владения навыками профессионального модельера, необходимы серьёзные знания о том, как создать тот или иной трёхмерный объект. Универсальные модельеры не специализируются на каком-то одном виде объектов, например, только на создании подвесов, так как обычно работодатели нанимают универсалов. Поэтому следует необходимо знать немного обо всём – о создании колец, изделий с камнями, о 3D пластике.

Студенты многие заинтересованы в получении знаний по данной отрасли, так как на сегодняшний день это востребованное направление.

Для анализа во второй главе диссертации были выбраны следующие методики:

- уровни развития пространственного мышления (первый, второй, третий), выделенные И.С. Якиманской;
- уровни усвоения понятий (1-5 уровни), определенные А.В. Усовой;
- методика преподавания А.А. Паловой, Е.И. Корзиновой;
- методики преподавания 3D моделирования Д.А. Горькова;
- программа оценки уровня пространственного мышления (3 модуля – авторская разработка).

Таким образом, данные методики позволят определить степень развитости пространственного мышления студентов. Это позволит получить объективные данные и в полной мере оценить результаты проведенного исследования.

Глава 2 Экспериментальная работа по развитию пространственного мышления у студентов средствами трёхмерного моделирования на занятиях декоративно-прикладной деятельности

2.1 Модель методической системы развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса

В современном мире технологии 3D моделирования довольно давно применяются в различных направлениях. Это и наука, и искусство, и медицина, и многие другие сферы. Технологии 3D моделирования сделали огромный рывок в своей значимости для многих направлений деятельности человека с появлением первых 3D принтеров. При помощи 3D моделей можно сформировать проекты в объеме и заранее предусмотреть все неточности, которые могли бы обнаружиться при практической реализации. Это экономит время, материалы и многие другие ресурсы.

Но стоит сразу отметить, что технологии 3D моделирования требуют от пользователя определенных навыков, знаний и умений, которые приобретаются путем изучения программного обеспечения, графического представления и множества правил. К тому же крайне важным аспектом работы с 3D графикой является пространственное мышление, которое позволяет правильно представить модель, а уже потом переносить ее в визуальное представление.

Кратко рассмотрим направления, в которых на данный момент применение 3D моделирования является наиболее актуальным.

Мультипликация. Крайне широко 3D моделирование применяется именно в данной сфере, так как индустрия мультипликационных фильмов и видеоигр постоянно растет и расширяется, соответственно, и 3D моделирование приобретает все новые инструменты и программные решения.

3D визуализация интерьеров. Такое направление применяется как многими компаниями по дизайну интерьеров, в строительстве, так и просто пользователями, которые хотят иметь представление о будущем интерьере своего дома.

Рекламные и маркетинговые кампании. Многие компании стремятся выделиться на рынке, поэтому прибегают к использованию различных нестандартных форм и визуализации идей. К тому же 3D графика дает возможность проводить довольно дорогостоящие презентации в более дешевом формате – путем замены реального реквизита на 3D модели.

Мебельное производство. Современный рынок уже давно использует каталоги на сайтах для презентации своей продукции. 3D моделирование позволяет загружать на сайт объемные модели своих товаров для того, чтобы у клиентов была возможность их изучить.

Промышленность. Практически все отрасли промышленности в том или ином виде применяют элементы 3D моделирования. Многие детали, проекты и макеты сначала визуализируются в виде объемной модели в графическом виде. И только потом реализуются на практике.

Медицина. Медицина применяет 3D моделирование довольно широко. Ярким примером может послужить хирургия, стоматология, протезирование – дорогостоящие процессы сначала представляются в виде моделей, корректируются все размеры и неточности, печатается 3D модель, проводятся примерки.

Искусство. 3D моделирование расширило возможности современных художников и скульпторов, которые теперь имеют возможность сначала в графике увидеть свое творение. А потом реализовать его на практике.

Соответственно, практически в каждом направлении, перечисленном выше, 3D технологии применяются и в процессе обучения на той или иной специальности, так как будущие специалисты должны быть осведомлены о том, как именно проводится трудовой процесс, какие программные продукты используются, для чего и какой результат нужно получить. К тому же 3D

моделирование способствует развитию пространственного воображения студентов, что позволяет образовательному процессу быть еще более эффективным.

В процессе изучения была разработана методическая система развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса. В ней определены содержание, формы, методы развития пространственного мышления студентов 3 и 4 курса.

Модель разработана, опираясь на следующие принципы: прежде всего, она должна быть наглядной и понятной, легко доступной для понимания и восприятия учащимися. Важно создать обстановку, которая будет стимулировать активное участие учеников и их увлеченность процессом обучения.

Модель также построена на принципах плановости, систематичности, последовательности, преемственности и согласованности обучения. Это означает, что обучение проводится по четким и определенным планам и в правильной последовательности. Каждый этап обучения должен быть связан с предыдущим и приводить к следующему.

Кроме того, при разработке модели учитывался принцип восходящей концентричности, то есть обучение начинается с простых задач и постепенно переходит к более сложным. Этот метод помогает ученикам усваивать более сложные концепции, основываясь на уже упрощенных знаниях и навыках.

В методическую модель системы развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса на занятиях по моделированию входят 5 взаимосвязанных компонентов: целевой, содержательный, операционно-деятельностный, контрольно-регулирующий, оценочно – результативный. Эта концепция была использована в качестве базы для разработки программы обучения, эффективность которой была проверена в ходе эксперимента.

Установленная организационно-содержательная модель позволяет эффективно, методично и грамотно выстраивать процесс обучения.

Основной составляющей модели является цель развития пространственного мышления учащихся.

Целевой компонент содержит в себе цели и задачи по исследуемой теме.

Цель: разработка методики развития пространственного мышления средствами трехмерного моделирования ювелирных изделий в программе «Blender».

Задачи:

- исследовать пространственное мышление как вид творческой деятельности;
- рассмотреть существующие методы развития трехмерного воображения у студентов;
- рассмотреть трехмерное моделирование как метод развития пространственного мышления у студентов на основе компьютерной графики;
- выявить уровень развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса;
- провести экспериментальную работу по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса;
- выявить динамику уровня развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса.

Содержательный компонент разрабатывается в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами и содержит в себе комплекс дополнительных упражнений и заданий по «Компьютерному моделированию».

Операционно–деятельностный компонент. Для достижения поставленных целей и задач обучения используются различные методы, организационные формы и средства взаимодействия между учителем и учениками.

Метод презентации – один из наиболее удобных на начальном этапе обучения, он помогает стимулировать интерес учеников и облегчает понимание материала. Этот метод может быть использован в сочетании с другими методами, такими как словесный и индивидуальный метод.

Проблемный метод направлен на развитие творческой активности, умения работать в команде и увеличения внутренней учебной мотивации. Учащиеся, опираясь на свои знания и навыки, проявляют самостоятельность и обучаются через решение учебно-творческих заданий. Этот метод способствует развитию учеников и повышению эффективности обучения.

В процессе обучения были выбраны формы: практические, самостоятельные.

Процесс обучения осуществлялся при помощи образцов готовых работ, методических пособий («Компьютерный дизайн художественных изделий в программах Autodesk 3DS Max и Rhinoceros» О.И. Бражникова, «Моделирование сложных поверхностей» Г.В. Трошина), разверток и чтения чертежей.

Контрольно-регулирующий компонент. Заключается в контроле педагога, целью которого определить результат проведенной работы, и при необходимости скорректировать процесс обучения.

Оценочно-результативный компонент. Заключается в оценке педагогом результатов обучения относительно поставленных целей.

Разработанная модель, представлена схематично на рисунке 1, 2.



Рисунок 1 - Модель методической системы развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса



Рисунок 2 – Продолжение Модели методической системы развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса

На основании этой модели был разработан комплекс дополнительных упражнений и заданий по Компьютерному моделированию в программе «Blender», который применялся в экспериментальной группе.

Целью проведения экспериментальной работы является проверка эффективности разработанной модели методической системы развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса на занятиях по Компьютерному моделированию.

В таблице 4 представлена экспериментальная работа из трех этапов.

Таблица 4 – Этапы экспериментальной работы

Этапы экспериментальной работы	Задачи этапов экспериментальной работы	Содержание экспериментальной работы
Констатирующий эксперимент	Выявление исходного уровня развития пространственного мышления	Диагностическое исследование
Формирующий эксперимент	Разработка и реализация комплекса дополнительных упражнений и заданий по Компьютерному моделированию в программе «Blender»	Апробация комплекса дополнительных упражнений и заданий по Компьютерному моделированию в программе «Blender»
Контрольный эксперимент	Сравнительный анализ исходного и конечного уровней развития пространственного мышления	Диагностическое исследование, анализ полученных данных, подведение итогов экспериментальной работы.

В ходе исследования развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса были проведены три этапа.

На первом констатирующем этапе был установлен начальный уровень развития пространственного мышления у студентов.

На втором формирующем этапе был разработан комплекс упражнений на основе модели методической системы, который использовался на занятиях по Компьютерному моделированию.

На третьем контрольном этапе было установлено, как изменился уровень развития процесса после проведения работы по его формированию.

Полученные результаты использовались для анализа особенностей развития пространственного мышления и определения необходимых корректировок в учебном процессе.

Определение уровней развития пространственного мышления учащихся является основой для эффективного проведения обучения и развития данного навыка. В таблице 5 представлены критерии оценки уровня пространственного мышления у студентов.

Таблица 5 – Критерии и средства измерения

Критерии	Средства измерения
Знание основ теории трехмерного моделирования	Наблюдение, анализ и оценка результатов с занесением в таблицу
Владение приемами и инструментами программы «Blender»	
Понимание положения предметов в пространстве по чертежу.	
Способность самостоятельно создавать макеты пространственных форм.	
Способность самостоятельно создавать трехмерный объект в программе 3D моделирования	

Представленные критерии позволяют выявить индивидуальные способности учащихся в области пространственного мышления. В соответствии с выбранными критериями, были определены уровни развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса, представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Уровни развития пространственного мышления

Критерии	Уровни		
	Низкий	Средний	Высокий
Знание основ теории трехмерного моделирования.	Учащиеся правильно ответили меньше половины вопросов.	Учащиеся правильно ответили на половину вопросов.	Учащиеся полностью ответили правильно на все вопросы.

Продолжение таблицы 6

Критерии	Уровни		
	Низкий	Средний	Высокий
Владение приемами и инструментами программы «Blender»	Учащиеся не владеют приемами и инструментами программы «Blender»	Учащиеся владеют на половину знаниями о приемах и инструментах программы «Blender»	Учащиеся владеют приемами и инструментами программы «Blender»
Понимание положения объектов в пространстве по чертежу.	Не определил правильное положение предметов	Есть ошибки в определении положение не всех предметов	Определил положение предметов в пространстве.
Способность самостоятельно создавать макеты пространственных форм.	Не создал пространственные формы	Создал с пространственные формы с ошибками	Создал с пространственные формы по заданным параметрам.
Способность самостоятельно создавать трехмерную форму по заданным параметрам в программе по моделированию.	Не создал пространственные формы по заданным параметрам.	Создал с пространственные формы с ошибками	Создал с пространственные формы по заданным параметрам.

Представленные выше критерии направлены на оценку степени развития пространственного мышления у студентов. Участвующих в исследовании (3-4 курс). Критерии позволяют педагогу быть более мобильным – искать подход к каждому студенту в индивидуальном порядке, что отвечает ФГОС, а также дает возможность каждому студенту освоить программу в полном объеме.

2.2 Выявление начального уровня развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса

В исследовании приняли участие студенты третьего и четвертого курса. На констатирующем этапе исследования участникам предложено к выполнению задание, состоящее из трех модулей, а также проведена оценка уровня развитости пространственного мышления по методике И.С. Якиманской.

Модули испытания представлены следующим образом:

- Модуль 1. Анкетирование;
- Модуль 2. Тест;
- Модуль 3. Макетирование.

Данные модули содержат в себе ряд практических заданий, которые основаны на пространственном мышлении, представлены в приложении А.

Методика И.С. Якиманской представляет собой набор из 5 заданий для определения степени развития пространственного мышления у старших школьников и студентов, представлена в приложении Б. В ходе тестирования были использованы задания, нацеленные на работу с размерами объектов, формами, выявление умения манипулировать образами, преобразование структуры, изменение пространственного положения и структуры в одно время. В целом, тест является комплексным инструментом для выявления начального уровня развития пространственного мышления, содержащий элементы геометрии, черчения и изобразительного искусства. По заданиям оценка происходит следующим образом: за каждое верно выполненное задание студент получает один балл. Максимальное количество баллов – 5.

Рассмотрим более предметно каждый модуль.

Первый модуль – анкетирование – позволяет определить степень информированности студентов о том, что такое 3D графика. Всего анкета содержит 10 вопросов, вопросы довольно простые, но требуют

специфических знаний от студентов. Для оценки знания первого модуля использовалась 2-х бальная система.

2 балла – ответ полный, 1 балл – ответ неполный, 0 баллов – ответа нет/неправильный.

Высокий уровень оценивается от 18-20 баллов.

Средний уровень оценивается 14-17 баллов.

Низкий уровень оценивается 1-13 баллов.

Второй модуль – это тестирование, в котором содержится пять заданий на пространственное мышление.

Для оценки знания второго модуля использовалась 2-х бальная система.

2 балла – ответ полный, 1 балл – ответ неполный, 0 баллов – ответа нет/неправильный.

Высокий уровень оценивается от 7-8 баллов.

Средний уровень оценивается 5-6 баллов.

Низкий уровень оценивается 1-4 баллов.

Третий модуль – собственно макетирование. Это практическое задание, которое направлено на выявление умений студентов совмещать пространственное представление объекта с практическими результатами, направленными на формирование самого объекта.

Для оценки знания третьего модуля использовалась 2-х бальная система.

2 балла – ответ полный, 1 балл – ответ неполный, 0 баллов – ответа нет/неправильный.

Высокий уровень оценивается 2 балла.

Средний уровень оценивается 1 балл.

Низкий уровень оценивается 0 баллов.

Всего в исследовании приняли участие 6 студентов (3 студента на третьем курсе и три студента на четвертом курсе).

Рассмотрим результаты, полученные в ходе констатирующего этапа. В первую очередь, студенты выполнили задание по методике И.С. Якиманской. В таблице 7 представлены результаты констатирующего этапа исследования (студенты обозначены под номерами: 1-3 – это студенты третьего курса, 4-6 – это студенты четвертого курса).

Таблица 7 – Результаты констатирующего эксперимента по методике исследования уровня развития пространственного мышления И.С. Якиманской

студенты	1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	Итого
Студент 1	1	0	0	0	0	1
Студент 2	0	1	1	0	1	3
Студент 3	1	1	1	1	0	4
Студент 4	1	1	0	0	1	3
Студент 5	0	1	0	1	0	2
Студент 6	0	1	0	1	1	3
Итого средний балл	0,5	0,8	0,3	0,5	0,5	2,6

Согласно таблице 7 можно говорить о том, что далеко не все студенты смогли справиться с заданиями на оценку «хорошо» – только 1 студент, на оценку «удовлетворительно» справились все остальные студенты.

Из результатов теста можно сделать вывод, что в экспериментальной группе студентов имела низкая мышечная память: 83% учащихся (5 человек) не смогли правильно определить положение предметов на чертеже, 17% (1 человек) сумели определить положение всех предметов в пространстве согласно заданию, и ни один человек не ответил правильно на все вопросы. Результаты в процентном соотношении представлены в диаграмме на рисунке 3.

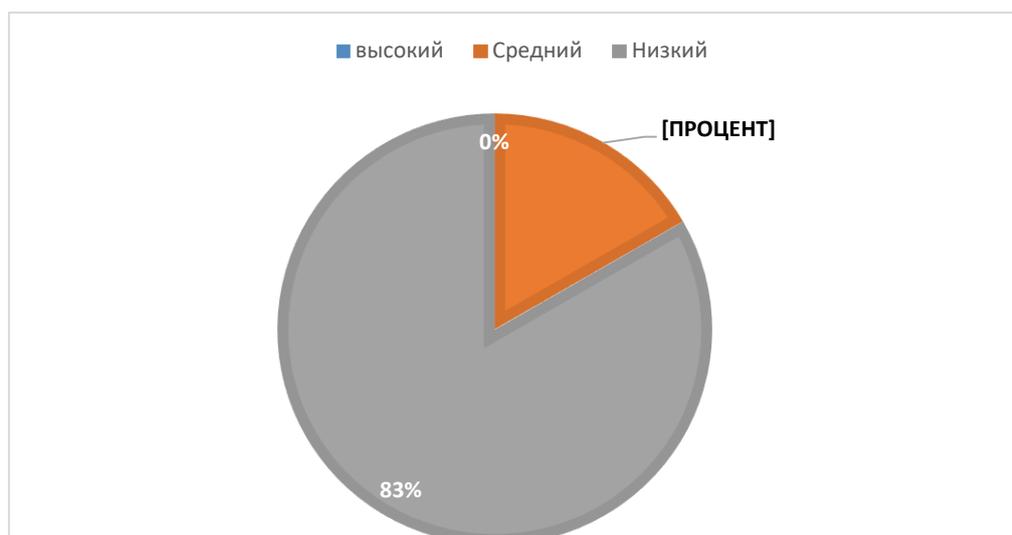


Рисунок 3 – Процентное соотношение результатов по итогам первого задания по методике И.С. Якиманской

Данное задание показывает, что уровень развития пространственного мышления студентов, принимающих участие в исследовании, является средним. Основной проблемой при выполнении заданий оказалось представление предметов в зеркальном виде, вычитание, такой результат можно объяснить малым количеством опыта студентов в отношении выполнения практических заданий.

На рисунке 4 представлены показатели средних значений по исследуемой группе по каждому заданию.

Рисунок 4 показывает, что только одно из пяти заданий было выполнено на высоком уровне (средний балл по группе 0,8 баллов), с остальными заданиями студенты справились с трудом или не справились вовсе. Это является показателем того, что пространственное мышление в группе студентов, принимающих участие в исследовании, нуждается в дополнительном развитии.

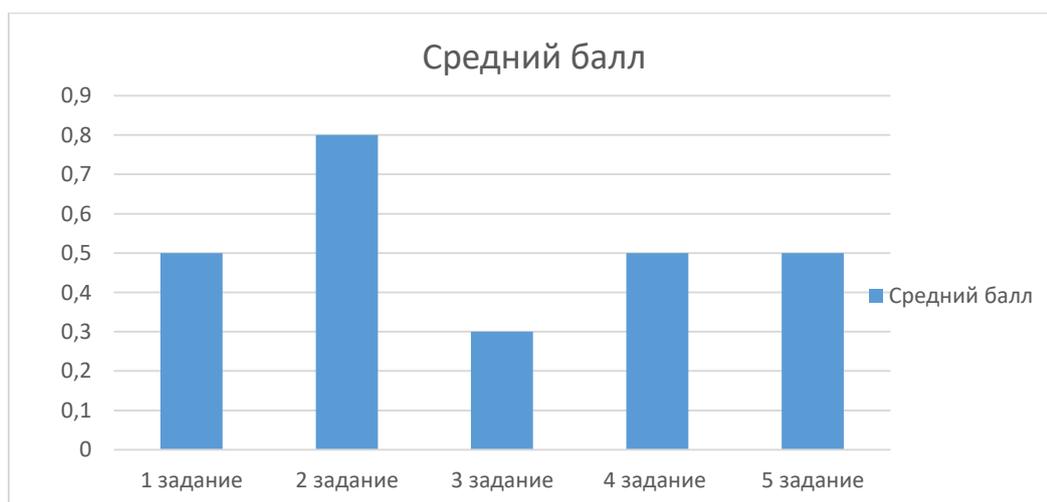


Рисунок 4 – Результаты констатирующего эксперимента по методике исследования уровня развития пространственного мышления И.С. Якиманской

Далее рассмотрим результаты по констатирующему этапу выполнения заданий модулей студентами 3 и 4 курса. В таблице 8 содержится представление результатов.

Таблица 8 – Результаты констатирующего эксперимента по модулю 1– Анкетирование

Вопросы	1 студент	2 студент	3 студент	4 студент	5 студент	6 студент
1. Знаете ли вы о трехмерных технологиях? Да/нет	2	2	2	2	2	2
2. Трехмерная графика – это...	2	2	2	2	1	2
3. 3D принтер – это...	2	2	2	2	2	2
4. В каких сферах деятельности возможны 3D технологии?	2	2	1	2	2	2
5. Знаете ли вы программы в сфере 3D? Да/нет	2	2	2	2	2	2

Продолжение таблицы 8

Вопросы	1 студент	2 студент	3 студент	4 студент	5 студент	6 студент
6. Если да, то какие?	2	2	1	2	2	2
7. Blender-это...	2	2	2	2	2	2
8. Есть ли у вас опыт в программах 3D? Да/нет	2	2	2	2	1	2
9. Оцените свой опыт в программах от 0-10	0	0	0	0	0	0
10. Выберите программы, не предназначенные для 3D моделирования	2	2	2	2	2	2
ИТОГО	18	18	16	18	16	18

При анализе модуля 1 – Анкетирование было выявлено, что 67% (4 человека) учащихся понимают теоретический материал по компьютерному моделированию, и 33 % (2 человека) частично понимают теорию, в ответах студентов были ошибки (Рисунок 5). Следуя из этих данных, все студенты хорошо знают основные понятия трехмерного моделирования.

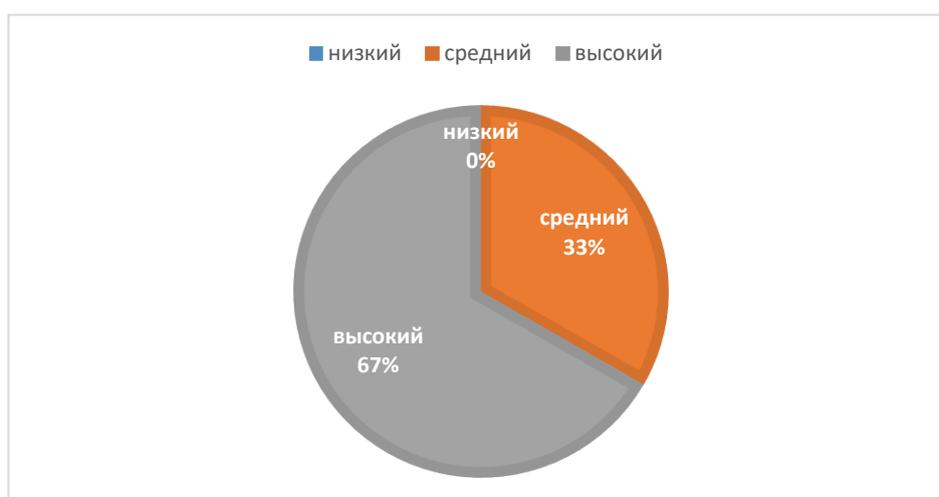


Рисунок 5 - Процентное соотношение результатов по итогам 1 модуля – Анкетирование

По итогам проведения модуля 2 – Тест было выявлено, что 67% студентов (4 человека) имеют средний уровень, и 33% (2 человека) имеют низкий уровень развития пространственного мышления. Это означает что студентам тяжело дается соотношение пространственных фигур на плоскости. В таблице 9 и на рисунке 6 представлены результаты студентов.

Таблица 9 – Результаты констатирующего эксперимента по модулю 2 – Тест

Студент	1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	Итого
Студент 1	1	1	2	2	6
Студент 2	2	2	1	1	6
Студент 3	0	1	0	1	2
Студент 4	2	2	1	0	5
Студент 5	1	1	0	1	3
Студент 6	2	1	1	1	5

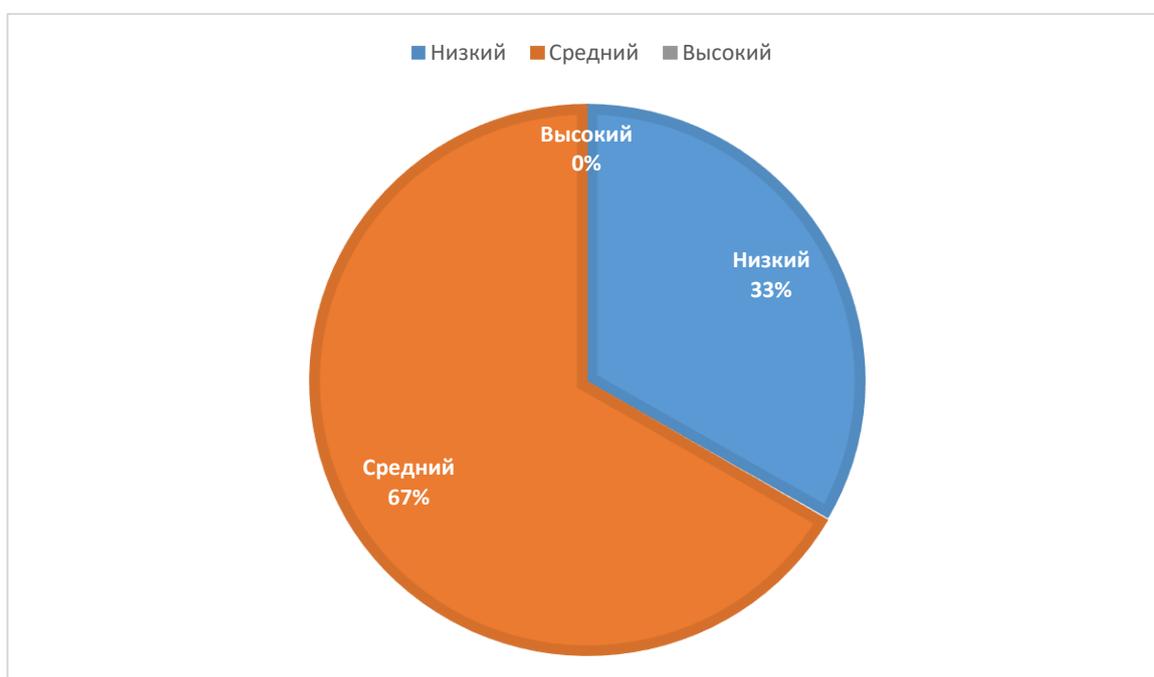


Рисунок 6 - Процентное соотношение результатов по итогам модуля 2 – Тест

Результат проведенного задания по модулю 3 – Макетирование показал, что 83% (5 человек) учащихся затрудняются самостоятельно создать пространственные формы на макете по заданным параметрам. 17% учащихся (1 человек) не справились с задачей и имеют низкий уровень. В таблице 10 и на рисунок 7 представлены результаты по модулю 3 – Макетирование.

Таблица 10 – Результаты констатирующего эксперимента по модулю 3 – Макетирование

№ студента	1 задание	ИТОГО
Студент 1	1	1
Студент 2	1	1
Студент 3	1	1
Студент 4	1	1
Студент 5	0	0
Студент 6	1	1

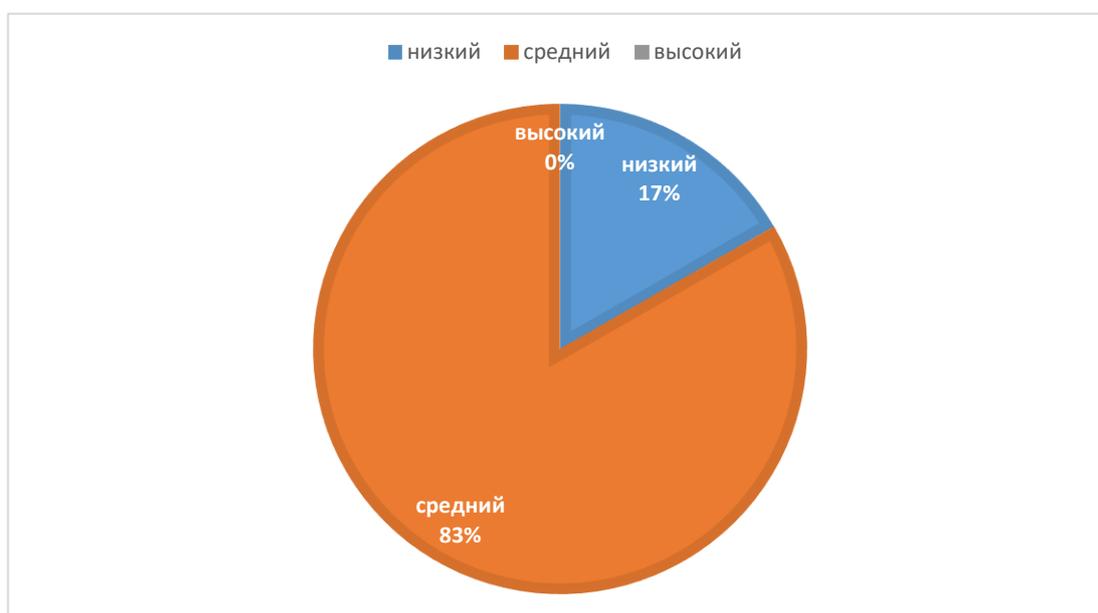


Рисунок 7 - Процентное соотношение результатов по итогам модуля 3 – Макетирование

Согласно таблице 11 мы видим, что студенты, которые приняли участие в исследовании развитости пространственного мышления, хорошо ориентируются в теоретической части (модуль 1), средний балл по группе участников 17,3, что является довольно высоким результатом. Однако в модулях 2 и 3 ситуация иная. По второму модулю сложности возникли так же, как и при выполнении заданий по методике И.С. Якиманской – с вычитанием фигур. Не все справились с отзеркаливанием представленного в модуле украшения, на рисунке 6 представлены фрагменты выполненных заданий.

Таблица 11 – Результаты примененной методики оценки развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса по всем модулям

№ студента	1 модуль	2 модуль	3 модуль	Итого
Студент 1	18	6	1	25
Студент 2	18	6	1	25
Студент 3	16	2	1	19
Студент 4	18	5	1	24
Студент 5	16	3	0	19
Студент 6	18	5	1	24
Итого (средний балл)	17,3	4,5	0,8	22,6

Как видно по рисунку 8, студент в целом правильно перенес зеркальный вид украшения, однако есть неточности, которые в реальном эскизе могут просто испортить изделие. Соответственно, необходима широкая практика и постоянное обновление навыков пространственного мышления.

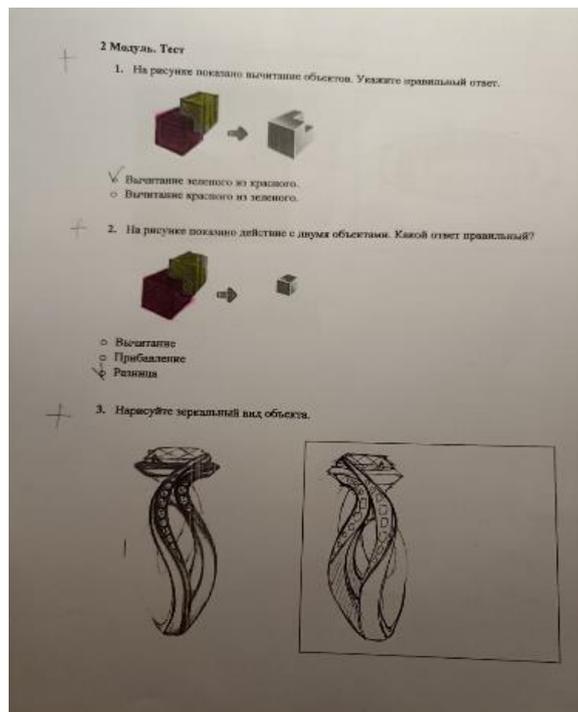


Рисунок 8 – Фрагмент выполненного одним из студентов группы задания

Далее на рисунке 9 представим фрагмент выполненного задания одним из студентов по 3 модулю. В задании необходимо представить макет легковесного кольца.

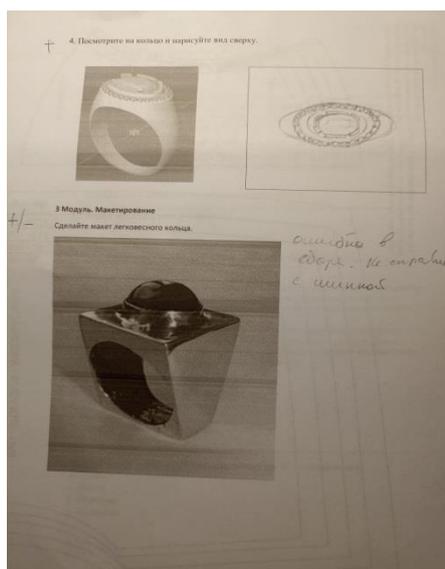


Рисунок 9 – Фрагмент выполнения задания (3 модуль, одним из студентов)

На рисунке 10 мы видим процесс выполнения развертки по модулю 3 – Макетирование студентами.



Рисунок 10 – Выполнение задания студентом по модулю 3 – Макетирование

Само изображение кольца, макет которого должен был получиться, выглядит следующим образом, представлено на рисунке 11.



Рисунок 11 – Кольцо, по которому составлен модуль 3– Макетирование

Далее представим развертку данного кольца, показанную на рисунке 12.

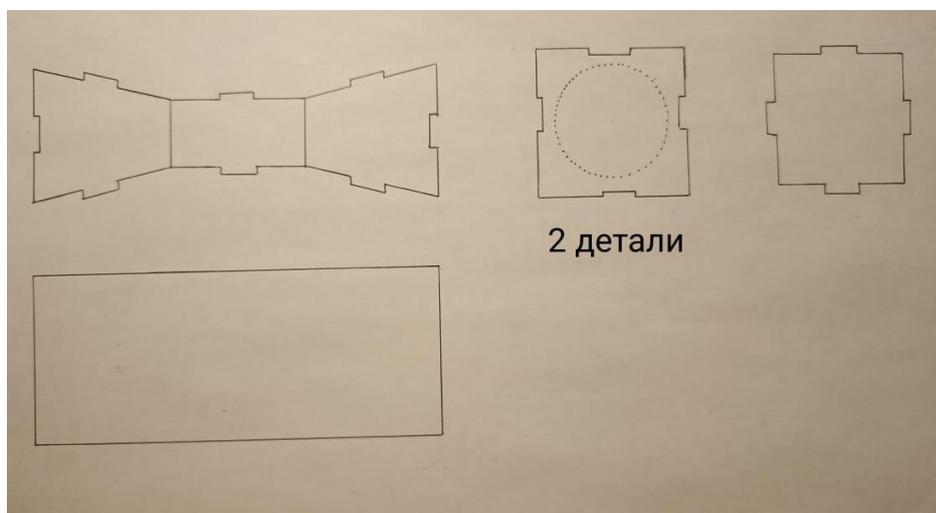


Рисунок 12 – Развертка кольца (модуль 3 – Макетирование)

По рисунку развертки мы видим, что студентам предложена довольно простая в своем исполнении фигура. Однако у многих данный модуль вызвал серьезные затруднения.

Рассмотрим средние показатели по группе по всем трем модулям, результаты представлены на рисунке 13.

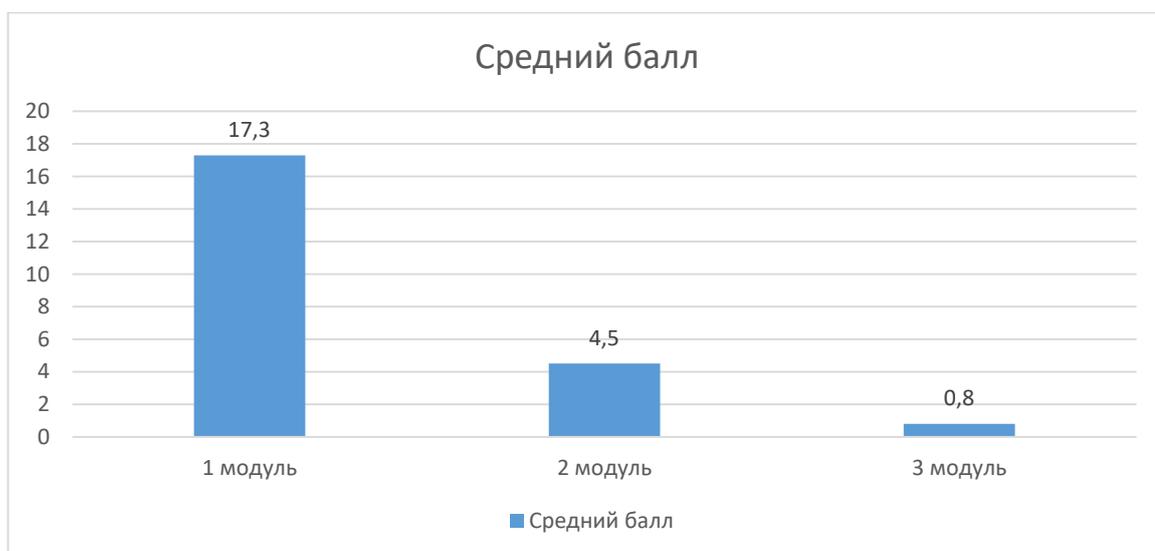


Рисунок 13 – Средние показатели по группе (все модули)

Согласно рисунку 13 стоит отметить, что самое серьезное затруднение у студентов вызвало именно задание с представлением кольца в виде развертки. Сложности вызвал верхний элемент шинки, а также правильная стыковка элементов.

По результатам всех заданий можно сделать вывод о том, что из студентов 33% имеют низкий уровень, 50% средний уровень и только 17% высокий уровень, представлены на рисунке 14.

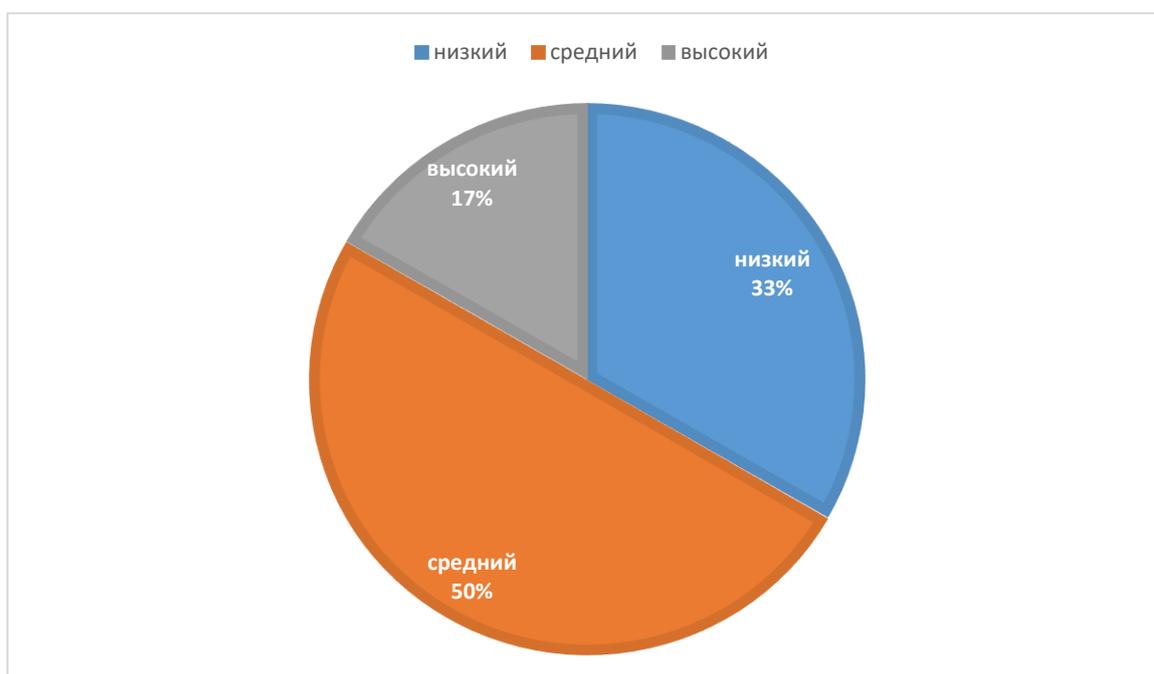


Рисунок 14 - Процентное соотношение результатов по итогам всех заданий

Таким образом, выполненные на констатирующем этапе исследования задания показывают, что на данный момент студенты обладают сильной теоретической базой. Однако из-за отсутствия практики и специализированных методик для развития пространственного мышления студенты показывают низкий результат по 2 модулям из 3. Соответственно, необходимо разработать комплекс упражнений в рамках программы по 3 D моделированию Blender для того, чтобы способствовать:

- развитию пространственного мышления,

- получению практического опыта в работе с 3D графикой,
- умению корректировать и совершенствовать собственные работы.

2.3 Экспериментальная работа по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса

В рамках данного исследования представляется возможным развитие пространственного мышления путем применения 3D моделирования в рамках программы Blender. Данная универсальная программа, ознакомление с которой станет полезно тем, кто только входит в общество многомерной графики и стремится понять основные принципы работы этой отрасли.

Blender 3D – профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания и редактирования трёхмерной компьютерной графики. Программа подходит для всех платформ и доступна всем желающим. Одно из преимуществ данной программы является русифицированная версия.

Эти особенности делают программу популярной среди начинающих пользователей и среди настоящих профессионалов моделирования.

В рамках данного исследования программа будет полезна для развития пространственного мышления по нескольким признакам:

- интуитивно понятный интерфейс (как мы выяснили на констатирующем этапе исследования, студенты слабо ориентируются в методах создания 3D моделей),
- довольно широкий спектр основных необходимых инструментов для создания 3D моделей, это крайне важно, так как Blender – это доступная программа с широким спектром возможностей, соответственно, студенты смогут научиться приемам моделирования прямо в ходе образовательного процесса.
- возможность заниматься самостоятельно из-за доступности софта. Студенты, обучаясь именно в данной программе, получают

возможность самостоятельно в дальнейшем заниматься в данной программе.

Всего в качестве формирующего этапа студентам предложены задания по следующим направлениям:

- пространственное мышление: построение бытового предмета (азы 3D моделирования для ознакомления с программным обеспечением),
- моделирование кольца с орнаментом;
- моделирование украшения по собственным эскизам.

Реализация содержания работы по развитию пространственного воображения с помощью 3D моделирования проходила в три этапа: мотивационный, когнитивно-практический, творческий. Комплекс занятий предполагает 12 уроков со студентами 3 и 4 курса Тольяттинского Государственного университета. Участникам учебного процесса предложены занятия 1 раз в неделю продолжительностью 90 минут (по 1 ленте), в течение 3 месяцев. Основной формой обучения являются групповые занятия.

Цель мотивационного этапа: заинтересовать студентов 3D технологиями, расширить их представления на эту тему с профессиональной точки зрения.

Задачи мотивационного этапа:

- продемонстрировать студентам основные области применения трехмерного моделирования в профессии ювелира;
- научить на этапе знакомства с программным продуктом студентов выполнять простые модели;
- совершенствовать умение исследовать единое посредством его частей.

Занятия имеют следующую структуру:

- теоретическая часть, беседа по теме занятия;
- работа по теме – выполнение заданий в 3D редакторе;
- теоретическая составляющая в процессе выполнения практических

заданий для закрепления знаний и навыков;

- подведение итогов урока.

Все занятия проходят по принципу «от простого к сложному», для того чтобы постепенно приобретались навыки работы с материалами и инструментами.

Эти задания способствуют более глубокому пониманию пространственных взаимосвязей объектов, формированию пространственного мышления, внимания и восприятия трехмерных форм.

Результат практической работы является готовый, объемный 3D объект.

Опишем более детально основные моменты формирующего этапа исследования.

Образовательная программа включает 3 модуля обучения:

- вводные занятия. Общая информация;
- моделирование легких объектов;
- моделирование сложных объектов.

На первом занятии проходит ознакомление с темой 3D моделирования. Студенты знакомятся с программой Blender, а также с основными инструментами и параметрами 3D моделирования.

При воспроизведении данной информации студентам было порекомендовано установить на своих ПК данную программу для того, чтобы можно было выполнять задания, которые предлагаются на занятиях, еще и дома повторно в качестве упражнений.

Сами упражнения представляют собой следующее:

Моделирование бытового предмета для развития пространственного мышления и развития навыков по передаче деталей изображения и представления самой модели.

На рисунках 15 - 17 представлены фрагменты данного упражнения. Это начальный, промежуточный и итоговый этапы выполнения задания.

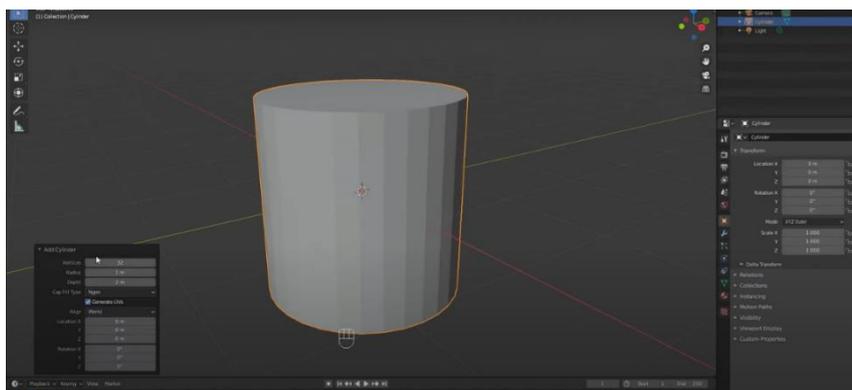


Рисунок 15 – Начальный этап выполнения задания

На данном рисунке мы видим стартовую (подготовительную) фигуру для дальнейшего формирования бытового предмета чашки. Разумеется, за основную фигуру взят цилиндр, на который наносятся маркерные разметки, как показано на рисунке. Затем на основе данных разметок и собственного пространственного воображения студенты формируют модель для промежуточного этапа.

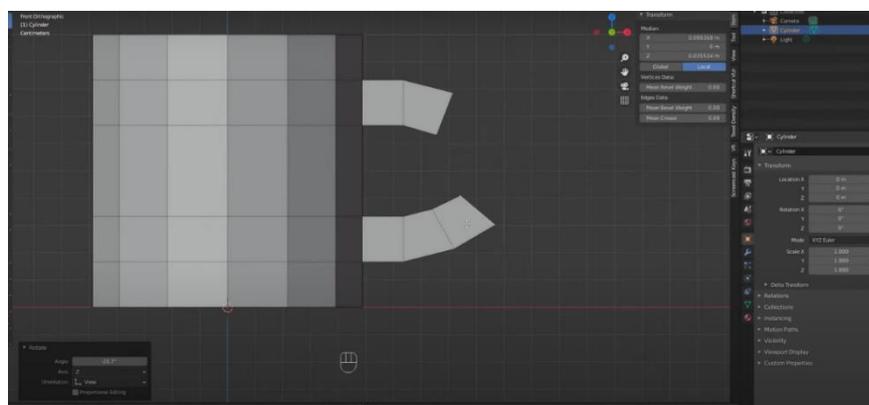


Рисунок 16 – Промежуточный этап формирования модели

Далее студентам предложено выбрать те инструменты, которые помогут сформировать конкретный контур и форму чашки. Данный процесс занял у студентов при выполнении довольно продолжительное время, так как параллельно происходило и знакомство с инструментами данного программного обеспечения.

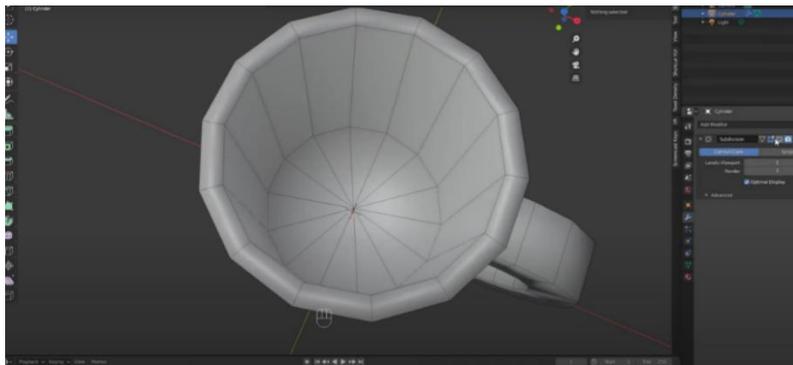


Рисунок 17 – Финальный этап создания модели

На финальном этапе создания модели происходит корректировка мелких деталей, формирование текстур и т.д. В целом студенты к данному этапу освоились в программе и стали чувствовать себя довольно комфортно. Некоторые моменты требовали корректировки, но они решались довольно быстро, рекомендациями и советами от преподавателя. Итогом такой работы стала модель чашки, разработанная в программе Blender, представлена на рисунке 18.

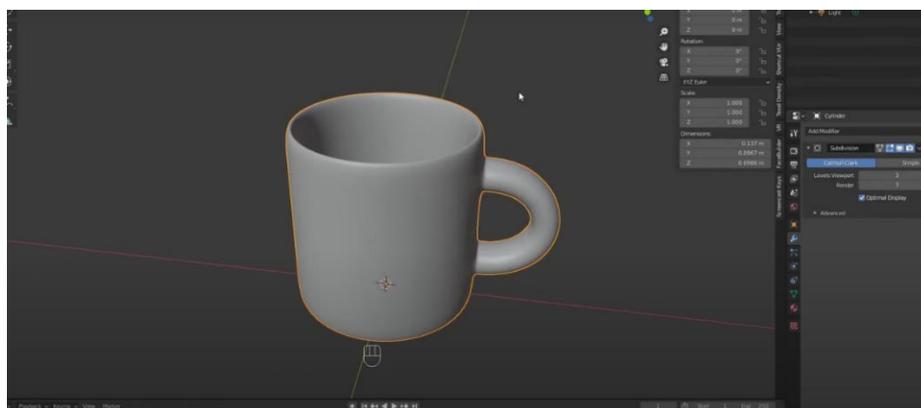


Рисунок 18 – Итоговая модель

Следующий этап задания состоял в создании модели кольца. Для удобства студентам было предложено сформировать модель обручального кольца с орнаментом. Работа проходила аналогичным образом. Все действия

разделены на этапы, они представлены дальше на рисунках в графическом виде.

На начальном этапе студентам было предложено определить, какая из геометрических фигур наиболее подходящая для формирования 3D модели кольца. Некоторые студенты снова указали на цилиндр, однако цилиндр в данном случае – это решение не эргономичное, так как превратить цельный цилиндр в половину и только потом начать работу по моделированию – это подход возможный, но довольно долгий. Нашей целью является не просто научить работе в 3D редакторе, а научить пространственному мышлению, а значит – поиску оптимальных решений.

После недолгого спора группа пришла к выводу, что оптимальной фигурой станет параллелепипед, его мы и взяли за основу для будущей модели, показано на рисунке 19. Такой вариант, действительно, более логичный, тем более, если учитывать отсутствие серьезного опыта работы в сфере 3D моделирования.

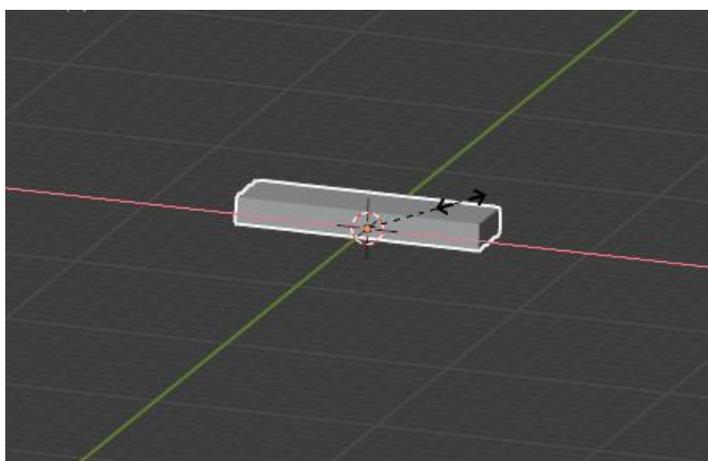


Рисунок 19 – Начальный этап формирования модели кольца

Затем студентам предложено сформировать промежуточную версию модели кольца, представлено на рисунке 20.

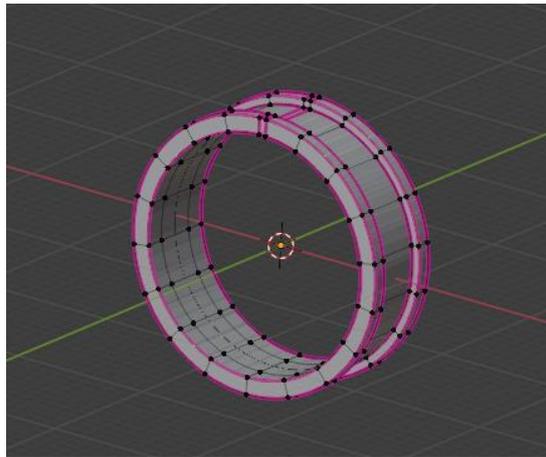


Рисунок 20 – Промежуточный этап моделирования

На рисунке 20 мы видим построение дополнительных поперечных элементов. Работа с добавлением элементов учит студентов мыслить гораздо шире. Это крайне важный аспект для потенциальной профессии, так как ювелир – профессия одновременно и творческая, и очень кропотливая, аналитическая. Соответственно, умение не просто придумать какой-то эскиз, а создать в дальнейшем модель – передать свое представление в рамках пространственного мышления (из сознания) в цифровой вид.

Кольцо с орнаментом – это два объекта совмещенных в один. Соответственно, очень важной частью данного задания было правильно построить кольцо и орнамент и их совместить.

Орнамент выбран довольно широкий для того, чтобы на нем было проще закреплять необходимые навыки моделирования, показано на рисунке 21.

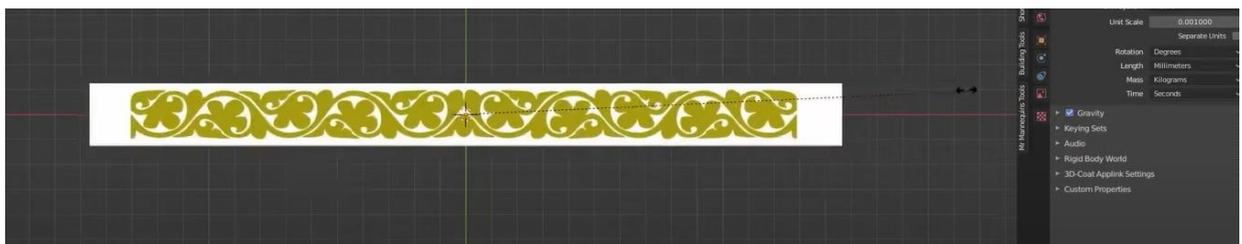


Рисунок 21 – Орнамент для будущей модели обручального кольца

Затем началась работа по совмещению орнамента и плоскости будущей модели. На данный момент у студентов ушло довольно много времени, однако справились все без помощи преподавателя.

Далее начинается основная работа по выполнению орнамента и формированию самого кольца (его формы, толщины, ширины и т.д.), показано на рисунке 22.

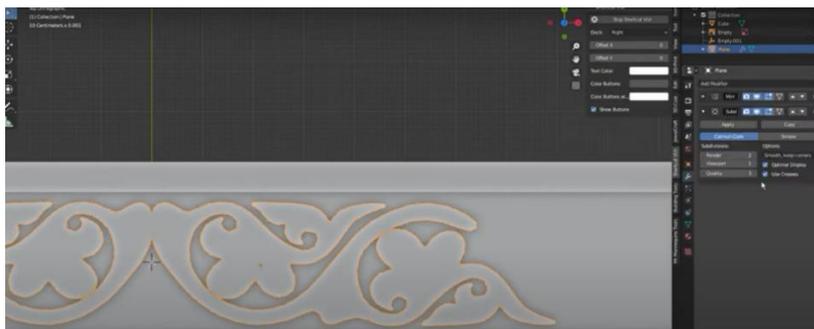


Рисунок 21 – Отрисовка орнамента на 3Dмодели

После отрисовки орнамента происходит изменение формы. За основу для размера кольца взят 17 размер. Студенты должны тщательно следить за всеми пропорциями в модели ювелирного изделия, это крайне важно, так как несоблюдение пропорций может привести к порче изделия на этапе выплавки.

Итоговый результат представлен на рисунке 23.

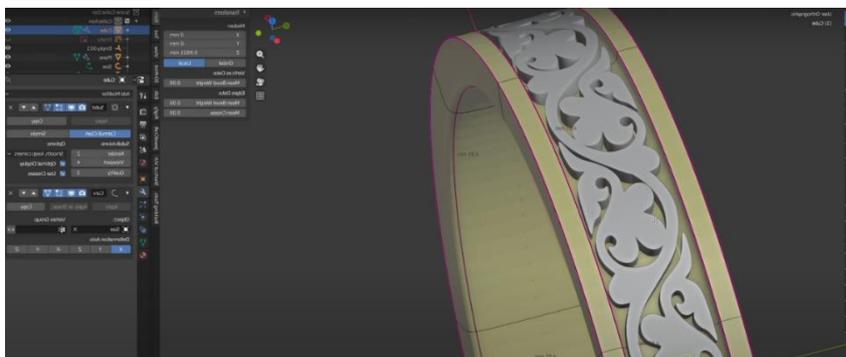


Рисунок 23 – Завершающая работа над 3D-моделью обручального кольца с орнаментом

Как мы видим, модель довольно проста. Однако данный этап подразумевает приобретение студентами навыков по многим направлениям:

- пространственное мышление в отношении расположения и формирования плоскостей,
- опыт работы с несколькими деталями,
- навык «выглаживания» текстуры,
- работа с соотношением размера элементов.

Третья часть модуля – это творческое задание по профессии. Студентам предложено смоделировать ювелирное украшение по собственному эскизу. Суть задания – не просто показать картинку, которая на практике не сможет быть реализована, а создать простой, но, действительно, рабочий макет украшения, который в дальнейшем можно будет реализовать на практике.

Творческая часть так же делилась на начальный этап, промежуточный результат и его обсуждение, формирование деталей и работа с текстурами, затем итоговое представление результата. Студенты выбрали для моделирования броши, показанные на рисунке 24. Так как опыт работы с разными элементами объекта студенты получили на моделировании с кружкой и кольцом на данный момент необходимо повысить навыки работы именно с мелкими деталями, они вводят в затруднения молодых ювелиров и кажутся сложными при построении.

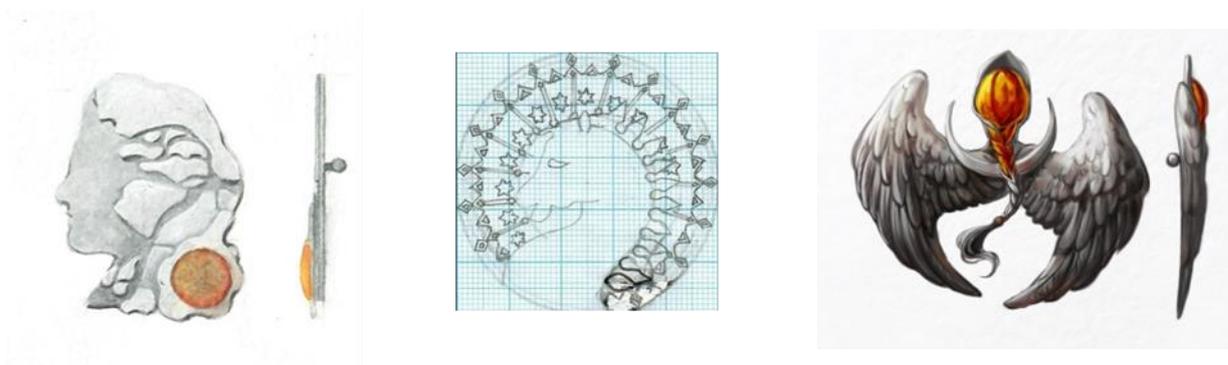


Рисунок 24 - Эскизы студентов

Соответственно, начало работы – это габариты изделия. По эскизу определяются длина, ширина, высота будущего изделия. Определяется начальная геометрическая фигура, наиболее подходящая по эскизу. От нее будет зависеть все дальнейшие построения.

Как только сформировалась основная фигура, начинается кропотливая работа по детализации. Эскизы у студентов не простые с достаточной проработкой деталей, поэтому практически все время потрачено было на доработку мелких деталей. Уточняются формы по эскизам, подгоняются все толщины.

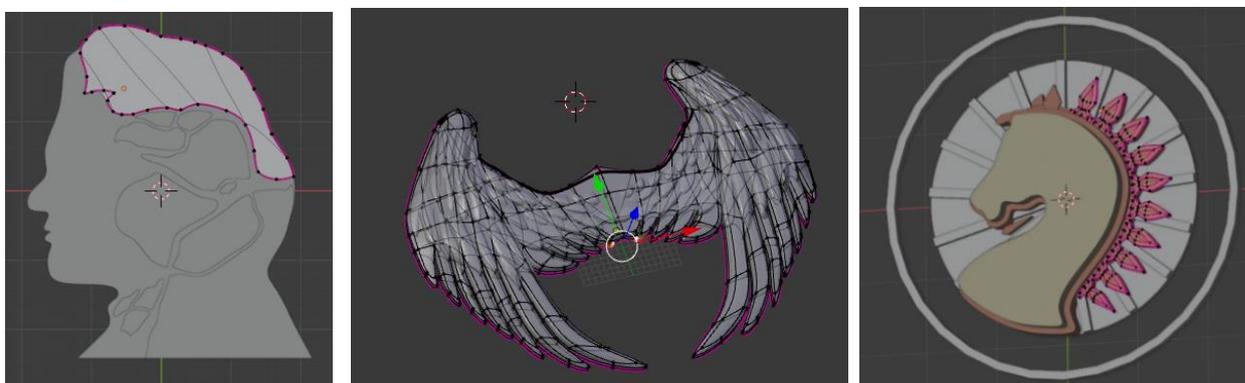


Рисунок 25 – Фото промежуточного этапа

У студентов были затруднения и ошибки в процессе, но все справились с задачей. При выполнении творческого задания студенты развили пространственное мышление четко представили все этапы моделирования от промежуточного до конечного результата работы при построении моделей. Проанализировав свои эскизы, студенты верно просчитали алгоритм действий и правильно сконструировали 3D объекты.

По итогу каждый студент предоставил модель своего изделия, выполненного самостоятельно, представлены на рисунке 26.



Рисунок 26 - Готовые 3D модели студентов по собственным эскизам

По эскизам стоит отметить следующее. Первый эскиз (чашка) дался многим тяжело, так как работа проводилась в незнакомом программном обеспечении, практически без опыта моделирования. Второй эскиз (кольцо) сам по себе сложнее по количеству элементов, структуре предмета, однако студенты справились с ним довольно хорошо. Отмечено развитие пространственного мышления в отношении понимания пропорций, толщины стенок предмета, полостей и пустот.

Работа над творческим заданием показала, что навыки, которые студенты получили на предыдущих этапах, закрепились и применяются довольно эффективно. У всех студентов модели получились точными, размер совпал, ширину и толщину изделия студенты закладывали сами, так как крайне важно было понимать пропорции. С данным заданием все справились.

Таким образом, данный подход к развитию пространственного мышления дает возможность не просто научиться правильно представлять модель предмета, но и визуализировать ее в 3D-программе. Навык, приобретенный студентами за 12 занятий, показывает положительную динамику и в отношении работы с программой, и в отношении развития пространственного мышления.

2.4 Выявление динамики уровня развития пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса

Для того, чтобы оценить, насколько эффективна предложенная методика развития пространственного мышления и воображения у студентов 3 и 4 курса, проведено повторное исследование по методикам, использованным в параграфе 2.1. Предложенная программа, как показало исследование на формирующем этапе, дает эффективные результаты при выполнении заданий в 3D редакторе Blender. Программа формировалась из трех заданий, которые выполняются на протяжении 12 занятий. Каждый блок заданий представляет собой задание по моделированию. Можно говорить о том, что блоки построены в порядке возрастания сложности по выполнению заданий и содержанию практических навыков и в пространственном воображении (студенты стали быстрее представлять нужные фрагменты и целиком модель), и в плане навыков работы с графическим редактором. Результаты повторной оценки (контрольного этапа исследования) представлена далее в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты контрольного эксперимента по методике И.С. Якиманской.

студент	1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	Итого
Студент 1	1	1	1	0	1	4
Студент 2	1	1	1	1	1	5
Студент 3	1	1	1	1	1	5
Студент 4	1	1	1	1	1	5
Студент 5	1	1	1	1	1	5
Студент 6	1	1	1	1	1	5
Итого средний балл	1	1	1	0,8	1	

Результат повторного проведенного первого задания, представленного на рисунке 27, показал, что высокий уровень имеют 83% и средний уровень



Рисунок 27 – Процентное соотношение результатов по итогам первого задания по методике И.С. Якиманской

17%.

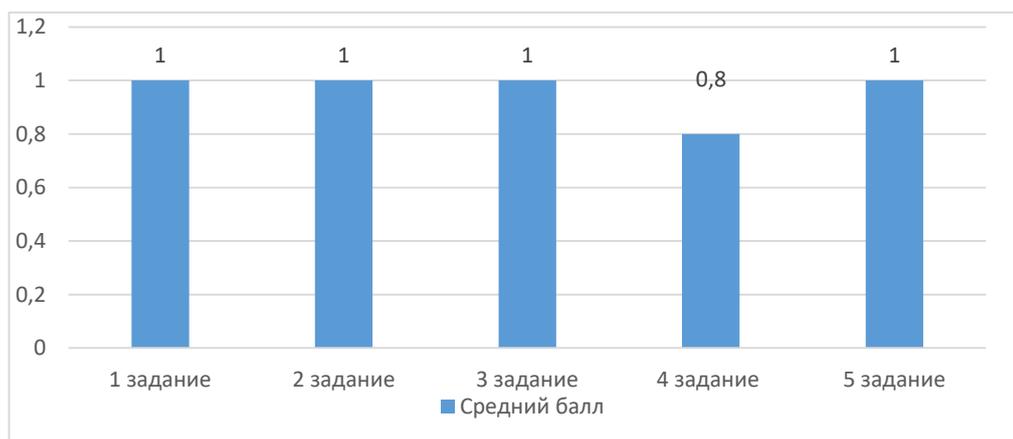


Рисунок 28 – Результаты контрольного эксперимента по методике И.С. Якиманской

Согласно таблице и рисунку можно говорить о том, что студенты выполнили задания с гораздо большей эффективностью, чем на констатирующем этапе. Только один студент получил 0 балла в четвертом задании, со всеми остальными заданиями методики все справились довольно быстро и успешно. На рисунке 28 представлены результаты контрольного этапа исследования в виде средних показателей.

Как мы видим, средний показатель в данном случае выше. На рисунке 29 представлена сравнительная диаграмма результатов констатирующего и контрольного этапов исследования.

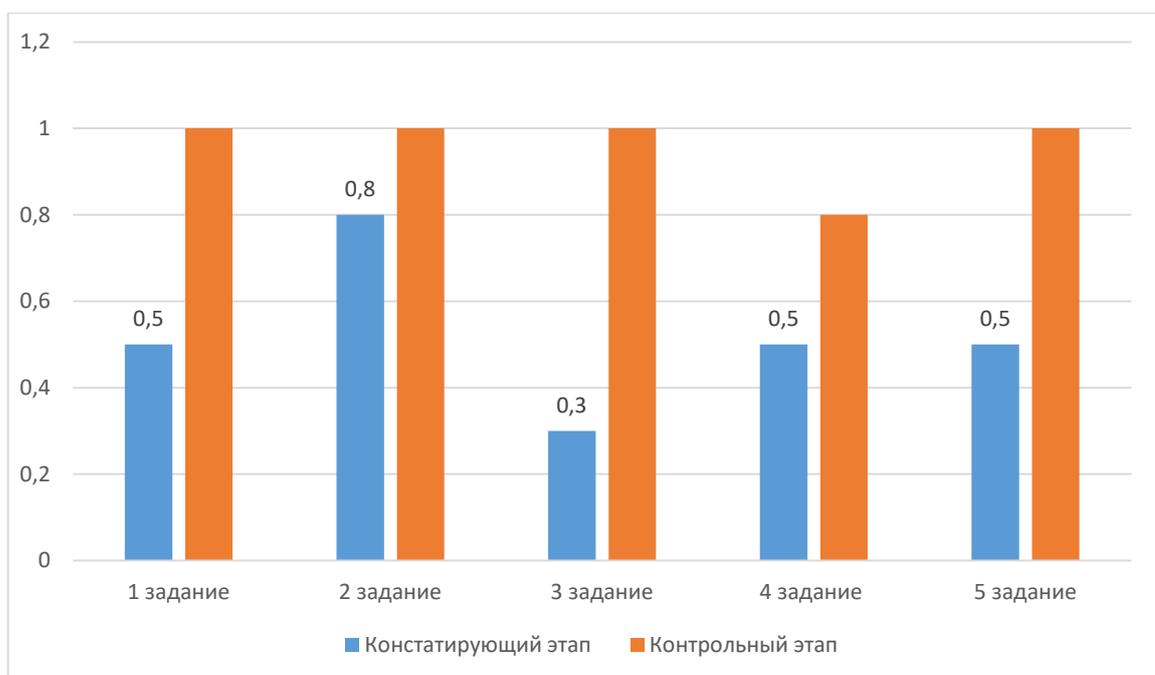


Рисунок 29 – Результаты констатирующего и контрольного этапов эксперимента по методике И.С. Якиманской

На рисунке 29 мы видим положительную динамику в отношении выполнения заданий по развитию пространственного мышления у студентов третьего и четвертого курса. Это является подтверждением того, что предлагаемая программа по работе в графическом редакторе является эффективной. Далее оценим результаты на контрольном этапе исследования по методике, состоящей из модулей заданий.

Таблица 13 – Результаты примененной методики оценки развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса по модулям на контрольном этапе исследования

№ студента	1 модуль	2 модуль	3 модуль	Итого
1	20	8	2	30
2	20	8	2	30
3	20	8	2	30
4	20	7	2	29
5	20	8	2	30
6	20	8	2	30
Итого средний балл	20	7,8	2	29,8

Согласно таблице 13 мы видим, что студенты, у которых ранее (на формирующем этапе) были серьезные затруднения с выполнением практических заданий, показали довольно высокий результат. На констатирующем этапе средний балл составлял 22,6 в данном случае средний балл максимально приближен к максимальному показателю.

При повторном анализе 1 модуля – Анкетирование было выявлено 100% (6 человек) учащихся понимают теоретический материал по компьютерному моделированию. По результатам 2 модуля – Тест выявлено 83% студентов имеют высокий уровень, 17% средний уровень.

Результат проведенного задания по 3 модулю – Макетирование показал, что 100% учащихся самостоятельно без ошибок справились по заданным параметрам. Рассмотрим средние показатели по группе по всем трем модулям на контрольном этапе исследования, представлены на рисунок 30.



Рисунок 30 – Результаты выполнения модулей на контрольном этапе исследования

Как мы видим, показатели довольно высокие в среднем значении. Для наглядности сравним результаты на констатирующем и на контрольном этапах исследования, представлены на рисунке 31.

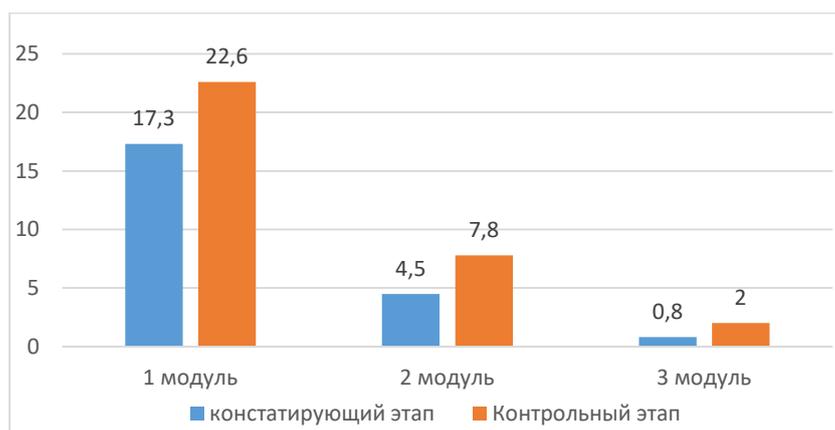


Рисунок 31 – Сравнение результатов исследования по всем модулям на констатирующем и на контрольном этапах исследования

По результатам всех повторно выполненных заданий можно сделать вывод о том, что из студентов 91,5% имеют высокий уровень, 8,5% средний уровень.

Динамика развития пространственного мышления у студентов отражена на рисунке 32.

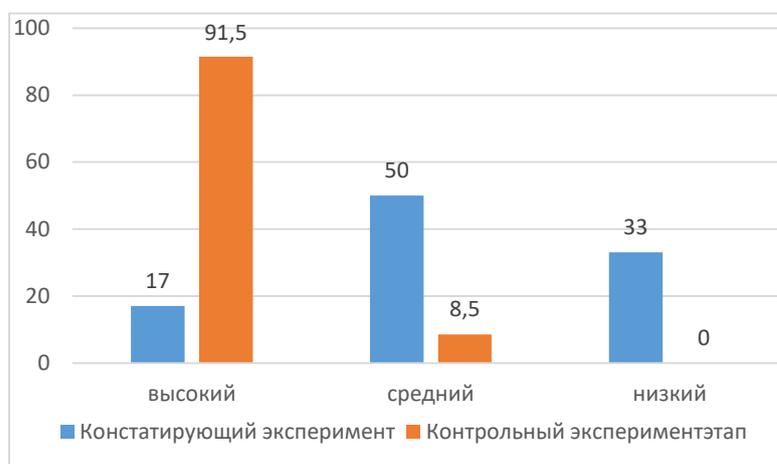


Рисунок 32 – Процентное соотношение констатирующего и контрольного эксперимента по развитию пространственного мышления у студентов.

Таким образом, по результатам контрольного этапа исследования можно говорить о том, что программа развития пространственного мышления и воображения является эффективной, так как на момент

повторного исследования у студентов обнаружены позитивные изменения в показателях при выполнении заданий.

Соответственно, можно говорить о том, что студенты получили не только полезные навыки в рамках представления предметов, но и научились их визуализировать в объеме – при помощи 3D-графики в программе Blender. Поэтому программа может считаться эффективной.

Выводы по второй главе

В рамках данной работы проведено исследование, направленное на выявление уровня развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса. Все исследование разделено на три этапа:

- констатирующий (исследование начального уровня развития пространственного мышления),
- формирующий (разработка апробация программы по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса с применением 3D-моделирования),
- контрольный (оценка эффективности разработанной методики развития пространственного мышления).

В исследовании приняли участие студенты третьего и четвертого курса.

Выполненные на констатирующем этапе исследования задания показывают, что на данный момент студенты обладают сильной теоретической базой. Однако из-за отсутствия практики и специализированных методик для развития пространственного мышления студенты показывают низкий результат по 2 модулям из 3. Соответственно, необходимо разработать комплекс упражнений в рамках программы по 3D моделированию Blender для того, чтобы способствовать:

- развитию пространственного мышления,
- получению практического опыта в работе с 3D графикой,

– умению корректировать и совершенствовать собственные работы.

По итогу формирующего этапа исследования каждый студент предоставил эскиз кольца, выполненный самостоятельно. По эскизам стоит отметить следующее. Первый эскиз дался многим тяжело, так как работа проводилась в незнакомом программном обеспечении, практически без опыта моделирования. Второй эскиз сам по себе сложнее по количеству элементов, структуре предмета и так далее, однако студенты справились с ним довольно хорошо. Отмечено развитие пространственного мышления в отношении понимания пропорций, толщины стенок предмета, полостей и пустот.

Работа над творческим заданием показала, что навыки, которые студенты получили на предыдущих этапах, закрепились и применяются довольно эффективно. У всех студентов модели получились точными, размер совпал, ширину и толщину изделия студенты закладывали сами, так как крайне важно было понимать пропорции. С данным заданием все справились.

Таким образом, данный подход к развитию пространственного мышления дает возможность не просто научиться правильно представлять модель предмета, но и визуализировать ее в 3D программе. Навык, приобретенный студентами за 12 занятий, показывает положительную динамику и в отношении работы с программой, и в отношении развития пространственного мышления.

По итогам контрольного этапа можно утверждать о том, что предложенная программа развития пространственного воображения является эффективной, так как на момент повторного исследования у студентов обнаружены позитивные изменения в показателях при выполнении заданий.

Соответственно, можно говорить о том, что студенты получили не только полезные навыки в рамках представления предметов, но и научились их визуализировать в объеме – при помощи 3D графики в программе Blender. Поэтому программа может считаться эффективной.

Заключение

В соответствии с проведенным теоретическим исследованием можно сделать вывод, что процессы мышления – это естественные, но в то же время крайне сложные направления интеллектуальной деятельности каждого человека. Всего различают несколько видов и типов мышления, один из которых – пространственное мышление – один из самых актуальных для многих сфер человеческой деятельности. Данный вид мышления позволяет сформировать образ «реального» объекта, наделенного знакомыми физическими свойствами.

Также данный тип мышления перекликается с творческой составляющей мышления, так как формирование нового образа – это поиск нового решения, чем больше будет творческая составляющая, тем более нестандартным и интересным получится образ.

На сегодняшний день часто применимой компьютерной технологией является трехмерное моделирование и 3D печать. Это процесс, посредством которого создаются точные объемные модели, позволяющие сфокусироваться на форме, объеме, размере и внешнему виду в целом. Трехмерное программирование в современной жизни является очень популярным, ведь в нем можно отразить все сферы жизни человека. Оно используется в виртуальной и дополненной реальности, в киноиндустрии, в области рекламы, архитектурного дизайна, инженерии, а также в промышленности.

Стремительное развитие компьютерных технологий позволяет создавать максимально реалистичные модели объекта будущих проектов, которые бывает трудно отличить от обычной картинки. 3D моделирование объектов играет важную роль в современном мире при реализации различных бизнес-процессов и успешном взаимодействии с заказчиком.

В современной жизни высоко ценится умение создавать качественные 3D модели, но не каждый из студентов разбирается в 3D программах, а также

производить с помощью модельного образа объемные объекты. На основании вышеизложенного можно сказать о том, что данная профессия будет всегда востребована.

Для владения навыками профессионального модельера, необходимы серьезные знания о том, как создать тот или иной трёхмерный объект. Универсальные модельеры не специализируются на каком-то одном виде объектов, например, только на создании подвесов, так как обычно работодатели нанимают универсалов. Поэтому следует необходимо знать немного обо всём – о создании колец, изделий с камнями, о 3D пластике.

Студенты многие заинтересованы в получении знаний по данной отрасли, так как на сегодняшний день это востребованное направление.

Используемые методики позволяют определить степень развитости пространственного мышления студентов. Это позволяет получить объективные данные и в полной мере оценить результаты проведенного исследования.

Проводимое исследование подтвердило предложенную гипотезу и позволило решить задачи исследования, на основании которых были сделаны следующие выводы:

- исследовано пространственное мышление как вид творческой деятельности,
- описаны методы формирования пространственного мышления у студентов,
- на основе компьютерной графики рассмотрено трехмерное моделирование как метод развития пространственного мышления у студентов,
- выявлен начальный уровень развития пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса,
- проведена экспериментальная работа по развитию пространственного мышления у студентов 3 и 4 курса.
- выявлена положительная динамика уровня развития

пространственного воображения у студентов 3 и 4 курса.

Подход, который был использован для развития пространственного мышления у студентов, позволил не только научиться правильно представлять предметы, но также их визуализировать в 3D программе Blender. В итоге, проведенный контрольный этап показал, что программа эффективна, поскольку обнаружены положительные изменения показателей у студентов при выполнении заданий. Таким образом, студенты получили полезные навыки для представления предметов и умение их визуализировать в объеме, используя 3D графику в программе Blender. Целесообразно считать этот подход эффективным.

Кроме того, такой подход к развитию пространственного мышления имеет практическую значимость, поскольку в современном мире все больше профессий требуют умения работать с 3D моделями и визуализировать различные объекты. Следовательно, приобретение навыков работы с программами 3D моделирования позволяет студентам улучшить свои перспективы на рынке труда и повысить конкурентоспособность.

Также, проведенное исследование показало, что регулярные занятия по развитию пространственного мышления могут привести к улучшению не только работы с 3D программами, но и общих умственных способностей. Это можно объяснить тем, что тренировка одной конкретной способности способствует развитию других когнитивных процессов, таких как внимание, память, умение решать сложные задачи.

Таким образом, развитие пространственного мышления имеет важное значение не только для работы с 3D моделями, но и для развития общих умственных способностей. Программа, разработанная для обучения студентов в рамках данного исследования, значительно улучшает эти способности, что сделало ее практически значимой и эффективной.

Список используемой литературы

1. Ананьев Б.Г., Рыбалко Е.Ф. Особенности восприятия у детей. – М.: Просвещение, 1964. – 304 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. – М.: СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 192 с.
3. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие [Текст] / Р. Арнхейм – М.: «Прогресс», 1974. – с. 386.
4. Безверхова Л.П. Использование программы Blender 3d в образовательном процессе [Текст] / Л.П. Безверхова, А.В. Малков. // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. – 2014. – №11.– С. 111-115.
5. Величковский Б.М. Психология восприятия [Текст] / Б.М. Величковский В.П. Зинченко, А.Р. Лурия. – М., 1973. – 215 с.
6. Вознесенская Н.В. Обучение основам 3d моделирования в среде Blender [Текст] / Н.В. Вознесенская, А.Ф. Базаркин, М.С. Дедина. // учебный эксперимент в образовании. – 2017. – №3 (83). – С. 64-69.
7. Выготский Л.С. Педагогическая психология [Текст] / Л.С. Выготский. – М.: Педагогика-пресс, 1996. – 98с.
8. Горбунова Л.И. Использование информационных технологий в процессе обучения [Текст] / Л.И. Горбунова, Е.А. Субботина // Молодой ученый. – 2013. – №4. – С. 544-547.
9. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. – М.: [не указано], 2002. – 630 с.
10. Гриц М.А. Возможности 3D-технологий в образовании [Текст] / М.А. Гриц, А.В. Дегтярева, Д.А. Чеботарева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015 – №11. – С. 925-927.
11. Зинченко В.П. Исследование визуального мышления [Текст] / В.П. Зинченко // «Вопросы психологии» – 1973. – №2. – С. 56-73.

12. Знаменская Е.В. Формирование пространственных представлений у младших школьников при изучении геометрического материала [Текст]: дис. канд. пед. Наук: 13.00.02. / Е.В. Знаменская – М., 1995. – 201 с.
13. Каплунович И.Я. Развитие структуры пространственного мышления [Текст] / И.Я. Каплунович // Вопросы психологии – 1986. – № 2. – С. 56-66.
14. Каплунович И.Я. Содержание мыслительных операций в структуре пространственного мышления [Текст] / И.Я. Каплунович // Вопросы психологии – 1987. – № 6. – С. 115-122.
15. Каплунович И.Я. О структуре пространственного мышления при решении математических задач // Вопросы психологии. – 1978. – № 3. – С. 75-84.
16. Лазарев Информация и безопасность. Композиционная технология информационного моделирования сложных объектов принятия решений / Лазарев, Алексеевич Игорь. – М.: Московский городской центр научно-технической информации, 1997. – 336 с.
17. Лоу Аверилл М. Имитационное моделирование. Классика CS / Лоу, Аверилл М., Кельтон, В. Дэвид. – М.: СПб: Питер, 2004. – 848 с.
18. Мальцева Е.И. Особенности создания 3d-моделей в Blender [Текст] / Е.И. Мальцева, М.И. Озерова. // Информационные технологии в науке и производстве. – 2018. – №5. – С. 105-111.
19. Официальная страница Blender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.blender.org/about/>, свободный
20. Пиаже Ж. Структура интеллекта: Избр. психол. труды [Текст] / Ж. Пиаже. – М.: Просвещение, 1969. – С. 55-231.
21. Погорелов AutoCad. Трехмерное моделирование и дизайн / Погорелов, Виктор. – М.: СПб: БХВ, 2003. – 272 с.
22. Полещук Николай AutoCAD 2007. 2D/3D-моделирование / Николай Полещук. – М.: Русская Редакция, 2007. – 416 с.

23. Прахов А. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А. Прахов. – М.: БХВ-Петербург, 2009. – 272 с.
24. Цукарь А.Я. Развитие пространственного воображения [Текст] / А.Я. Цуарь. – М.: Союз, 2000 – 144 с.
25. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды. [Текст] / Д.Б. Эльконин – М., 1989, – С. 287.
26. Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников [Текст] / И.С. Якиманская. – М.: Просвещение, 1980. – 325 с.
27. Dusan V. Spatial Imagination Development through Planar Section of Cube Buildings in Educational Process [Текст] / Dusan Vallo, Lucia Rumanova, Viliam Duris // Procedia – Social and Behavioral Sciences, – 2015. – №191. – С. 2146-2151.
28. Heather B. Effects of social gaze on visual-spatial imagination [Текст] / Heather Buchanan¹, Lucy Markson, Emma Bertrand, Sian Greaves, Reena Parmar and Kevin B. Paterson // Frontiers in Psychology – 2014. – №5. – С. 1-7.
29. Nuran G. High school students' spatial ability and creativity in geometry [Текст] / Nuran Guzel, Ersin Sener // Procedia – Social and Behavioral Sciences – 2009. – №1. – С. 1763-1766.
30. Wei W. Spatial Ability Explains the Male Advantage in Approximate Arithmetic [Текст] / Wei Wei¹, Chuansheng Chen and Xinlin Zhou // Frontiers in Psychology – 2016. – №7. – С. 1-9.
31. Ajay R. Measurement of Spatial Ability: Construction and Validation of the Spatial Reasoning Instrument for Middle School Students [Текст] / Ajay Ramful, Thomas Lowrie, Tracy Logan // Journal of Psychoeducational Assessment – 2016. – №35. – С. 709-727.

Приложение А

Констатирующий этап по модулям

Модуль 1. Анкетирование

Модуль 2. Тест

Модуль 3. Макетирование

Модуль 1. Анкетирование

1. Знаете ли вы о трехмерных технологиях?
 - Да
 - Нет
2. Трехмерная графика – это...
 - Изображение, представляющее собой сетку пикселей — цветных точек (обычно прямоугольных) на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах
 - Раздел компьютерной графики, посвященный методам создания изображений или видео путём моделирования объёмных объектов в трёхмерном пространстве
3. 3D принтер – это...
 - Устройство для создания трехмерных объектов методом послойной печати
 - Устройство для моделирования объекта в виртуальном пространстве
4. В каких сфера деятельности возможны 3д технологии?

5. Знаете ли вы программы в сфере 3д?
 - Да
 - Нет
6. Если да, то какие?

7. Blender- это...
 - Назначение данного программного пакета заключается в реалистичном рендеринге 3D-моделей. С его помощью вы можете наложить на уже имеющуюся модель текстуры реальных материалов, применить эффекты освещения, добавить HDRi-карты (окружение), фоны и т. д.
 - Свободный профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком,

Продолжение Приложения А

компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр.

8. Есть ли у вас опыт в программах 3д?

- Да
- Нет

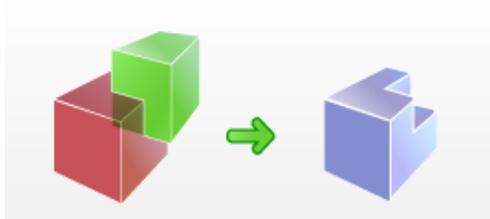
9. Оцените свой опыт в программах от 0-10.

10. Выберите программы, НЕ предназначенные для 3D моделирования:

- Blender
- Zbrush
- Photoshop
- Rhinoceros

Модуль 2. Тест

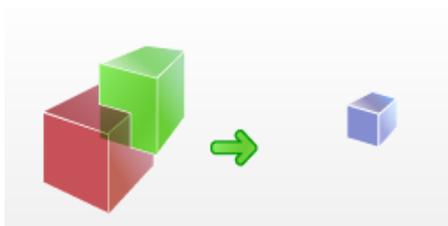
1. На рисунке показано вычитание объектов. Укажите правильный ответ.



а. вычитание зеленого из красного.

б. вычитание красного из зеленого.

2. На рисунке показано действие с двумя объектами. Какой ответ правильный?



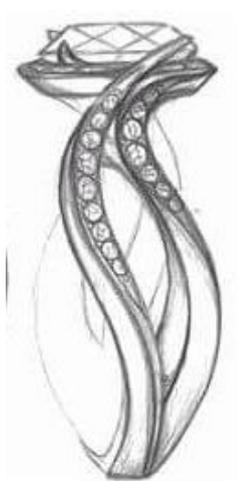
а. вычитание

б. прибавление

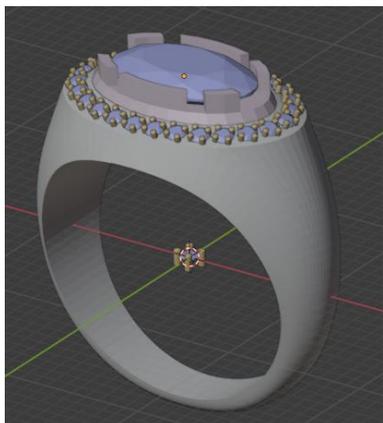
с. разница

Продолжение Приложения А

3. Нарисуйте зеркальный вид объекта.



4. Посмотрите на кольцо и нарисуйте вид сверху.



Модуль 3. Макетирование

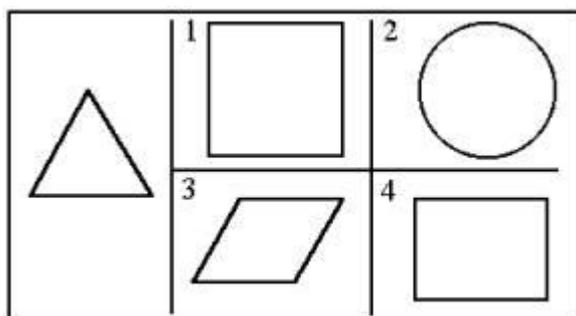
Сделайте макет легковесного кольца



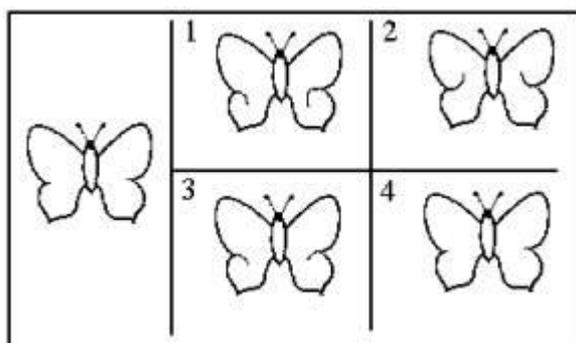
Приложение Б

Методика исследования пространственного мышления И.С. Якиманской

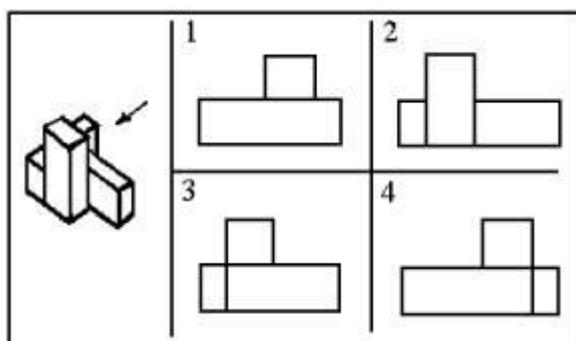
Задание 1. Выберите из четырех объектов тот, у которого высота такая же, как у фигуры, нарисованной отдельно.



Задание 2. Найдите среди представленных фигур (1—4) ту, которая соответствует образцу.

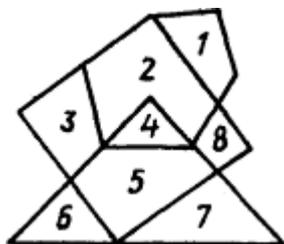


Задание 3. Из четырех изображений выберите то, которое соответствует заданному объекту, если смотреть со стороны, отмеченной стрелкой.



Продолжение Приложения Б

Задание 4. Укажите ту часть плоскости, которая является общей для всех фигур.



Задание 5. Фигура разрезана по линии АК на две части. Представьте, что треугольник АВК повернут вокруг точки К так, что отрезки ВК и КС совместятся. Какая фигура при этом получается?

