ЮВЕЛИРНЫЙ ДИЗАЙН И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

В наше время, когда ювелирная промышленность глубоко укоренилась в традиционных инструментах и методах, в помощь ювелирам-дизайнерам появился новый революционный инструмент — генеративный искусственный интеллект, сокращенно ИИ (AI по-английски). Пересечение ИИ и креативного искусства особенно спорно, и использование генеративного ИИ в дизайне ювелирных изделий не является исключением. В этой статье рассматривается, как генеративный ИИ создает дизайны на основе текстовых и графических подсказок, сравнивая пять наиболее распространенных программ ИИ (Midjourney, DALL.E, Stable Diffusion, Leonardo и Firefly) с акцентом на создание реалистичных изображений ювелирных изделий. В ней рассматриваются этические, правовые и нормативные вопросы, которые возникли вокруг искусства, созданного с помощью ИИ. Наконец, в ней рассматривается, как эта новая технология может наилучшим образом использоваться дизайнерами ювелирных изделий для улучшения творческого самовыражения.

Привлекательность ювелирных изделий заключается в их сложном дизайне, мастерстве, стоящем за каждым изделием, а также в смысле и истории, которые мы придаем конкретным драгоценностям. От умелых рук древних ювелиров до точности современных ремесленников, создание ювелирных изделий всегда было глубоко человеческим занятием. Но поскольку мы стоим на пороге новой эры, проверенные временем традиции дизайна ювелирных изделий пересекаются с передовыми достижениями искусственного интеллекта. Это сближение с генеративным ИИ открыло новые горизонты в дизайне и творчестве наряду с традиционными инструментами и методами.

Десятилетиями дизайнеры ювелирных изделий широко использовали автоматизированное проектирование и производство (CAD/CAM) и другие цифровые инструменты дизайна. Однако генеративный ИИ проникает в новую сферу, где компьютеры стали способны создавать уникальные проекты, казалось бы, практически без руководства или человеческого участия. В контексте дизайна ювелирных изделий эта технология предлагает потенциал для переопределения границ творчества и производства.

Несмотря на захватывающие возможности, слияние ИИ с творческими искусствами не лишено противоречий. Опасения варьируются от потенциального вытеснения квалифицированных мастеров до этических последствий искусства, созданного ИИ. Как отметило одно американское цифровое рекламное агентство, «контент, созданный ИИ, хотя и впечатляет своей способностью анализировать тенденции и быстро создавать дизайны, может не иметь тонких ощущений и эмоциональной связи, которые часто передаются через работу дизайнера-человека. Это может привести к гомогенизации стилей дизайна, поскольку

алгоритмы ИИ, как правило, оптимизируют эффективность и закономерности в данных, а не индивидуальное мастерство, которое ищут клиенты» (JEMSU, б/д).

«Идея» И «ГАЛЛЮЦИНАЦИЯ»

Одной из самых мощных возможностей, которую предоставляет технология ИИ, является способность проводить мозговой штурм идей дизайна с невероятной скоростью. Иногда называемое игрой слов «AIdeation», быстрое создание идей в качестве отправных точек становится наиболее распространенным вариантом использования ИИ в дизайне. Имея на входе всего несколько слов, ИИ может генерировать множество вариантов из одной концепции или идеи.



Рисунок 1. Варианты изображений Midjourney 5.2, созданные по запросу «пара сережек из 18-каратного желтого золота, представляющих собой слияние стилей ар-деко и древнеегипетского». На каждом этапе этого рисунка пользователь выбирает одно из изображений (отмеченное здесь цветной квадратной границей) и отправляет его обратно в ИИ, который генерирует четыре новых вариации. Таким образом, изображение дополнительно совершенствуется в соответствии со вкусами дизайнера или клиента.

В качестве примера потенциального рабочего процесса «AIdeation» рассмотрим дизайн пары сережек для клиента, который увлечен как древнеегипетским стилем, так и стилем ар-деко. После того, как в Midjourney (docs.midjourney.com/docs/prompts) вводится краткое описание или «подсказка», программа быстро возвращает четыре оригинальных изображения, смешивающих эти стили, чтобы пользователь мог выбрать из них (рисунок 1). Эти изображения — просто ступеньки к большему количеству вариаций. Пользователь может выбрать любой из вариантов для изучения и создания вариаций на основе этого изображения, сначала создавая самые разные варианты, а затем совершенствуя изображение с помощью незначительных изменений. Примерно за пять минут

Midjourney может сгенерировать 16 или более вариаций, чтобы начать проектирование.

«Галлюцинация» — это распространенный термин, используемый в отношении популярного ChatGPT или других текстовых программ чат-ботов на основе ИИ, где программа выдумывает заведомо ложную информацию в своих ответах. Понятно, что это создает значительную проблему при попытке собрать и обобщить фактическую информацию, но на самом деле это преимущество, когда речь идет о генерации изображений. Изображения, созданные генеративным ИИ, не являются коллажами, вырезанными и вставленными из разных: они представляют собой оригинальные «галлюцинаторные» композиции. Простая подсказка может генерировать совершенно новые дизайны, такие как коллекция сережек из белого золота на рисунке 2 или подвески из розового золота на рисунке 3.



Рисунок 2. Изображения из Midjourney 5.2 с использованием подсказки «пара сережек из белого золота, демонстрирующих чувство асимметричного баланса».

Инструменты далеки от совершенства, и на данный момент они лучше подходят для генерации новых идей, чем для совершенствования существующего изображения или дизайна. Пока что ИИ не заменяет обученного дизайнера, и у него нет понятия, что на самом деле можно изготовить. Примеры неправильностей дизайна ИИ можно увидеть в необычных миниатюрных

бриллиантовых кольцах на концах багетов на рисунке 4 и «плавающих» безелях на рисунке 5.



Рисунок 3. Изображения, созданные Midjourney 5.2 по запросу «подвеска из розового золота с контрастными круглыми камнями».



Рисунок 4. DALL.E 3 сгенерировал это изображение из подсказки «создать ореол из конических багетных бриллиантов, также оправленных в платину, которые прикреплены к галерее из закрепленных параиба-турмалинов». Красным обведена странность дизайна: миниатюрные бриллиантовые кольца, размещенные на концах багетов.



Рисунок 5. Еще одно изображение, выведенное из Midjourney 5.2, использующее подсказку «акварельный стиль, грушевидная брошь из параиба турмалина в платине с ореолом из бриллиантов вокруг нее». Красным обведены драгоценные камни неправильной формы и «плавающие» безели.

ПОНИМАНИЕ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ

Хорошей новостью для большинства дизайнеров ювелирных изделий является то, что знание технических деталей модели ИИ совсем не важно для эффективного использования инструмента. Полное понимание базового программирования не даст случайному пользователю лучших результатов.

В широком смысле, генеративный ИИ относится к типу искусственного интеллекта, который может генерировать новый контент, включая текст, изображения, музыку или даже видео, которые ранее не существовали. Генеративный ИИ по сути работает с использованием сложных алгоритмов и больших объемов данных. Уникальность процесса заключается в машинном обучении, используемом для поиска закономерностей в этих данных.

Машинное обучение — это наука о разработке моделей, которые компьютерные системы используют для выполнения сложных задач без явных инструкций. Это где ИИ учится на данных, поглощая информацию и со временем работая лучше. Система обрабатывает большие объемы данных, чтобы выявить закономерности. Затем ИИ анализирует данные с помощью алгоритмов и делает прогнозы на основе анализа этих данных. ИИ делает много попыток обработать данные, проверяя себя и измеряя свою производительность после каждого раунда

обработки данных. Таким образом, ИИ «учится» на ошибках и постепенно улучшает свою способность генерировать все более сложный и реалистичный новый контент. При наличии достаточного количества текста, изображений или других данных генеративный ИИ может находить закономерности, связывающие похожие концепции вместе, а затем создавать новый результат, который следует тем же закономерностям (Sanderson, 2017; см. также https://www.youtube.com/@3blue1brown).

Создание изображений. Так как же генеративный ИИ на самом деле создает изображения? Модели создания изображений ИИ являются специфическим приложением генеративного ИИ, которое фокусируется на визуальном контенте, таком как изображения или графика. Эти модели привлекли внимание мировых СМИ за свою способность создавать потрясающие, иногда сюрреалистические изображения на основе простых текстовых описаний. Одной из наиболее распространенных моделей создания изображений для генеративного ИИ является модель диффузии. Чтобы понять, как работает эта модель, полезно понять, что диффузия, упомянутая в названии, похожа на концепцию диффузии частиц в физике. В изображении эта «диффузия частиц» представлена каждым пикселем, движущимся или изменяющимся в случайном направлении, медленно превращая изображение в статический или визуальный шум.

Например, рассмотрим изображение бриллианта на рисунке 6. Пользователь может начать с этого, чтобы обучить модель создавать другие изображения бриллиантов или драгоценных камней. Шаг за шагом, немного шума добавляется к обучающему изображению. В конце концов, в обучающем изображении становится совершенно невозможно узнать бриллиант —только случайные пиксели. Этот процесс прямой диффузии берет исходное изображение и добавляет шум, постепенно преобразуя его в неузнаваемое шумовое изображение (Stable Diffusion Art, 2024).

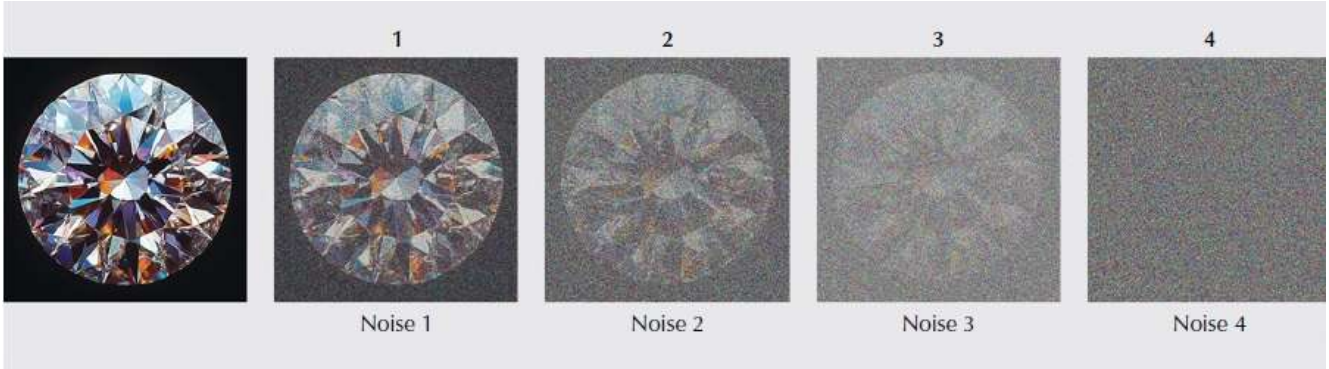


Рисунок 6. Шаги прямой диффузии. Шум добавляется к изображению на каждом шаге, пока оно не станет полностью рандомизированным.

Как исходное изображение алмаза, так и изображения для каждого шага добавленного шума поступают в модель нейронной сети, которая пытается точно рассчитать, сколько и какой тип шума был добавлен на каждом шаге. При наличии достаточного количества данных эта модель нейронной сети может

создать рабочую модель прогнозирования шума. Как только это будет сделано, модель прогнозирования шума можно применить в обратном порядке.

При обратной диффузии процесс начинается со случайно сгенерированного изображения. Затем предиктор шума вычисляет количество шума, добавленного к изображению. Этот шум вычитается из исходного рандомизированного изображения. Процесс повторяется до тех пор, пока он не разрешится в изображение алмаза, как показано на рисунке 7 (Stable Diffusion Art, 2024).

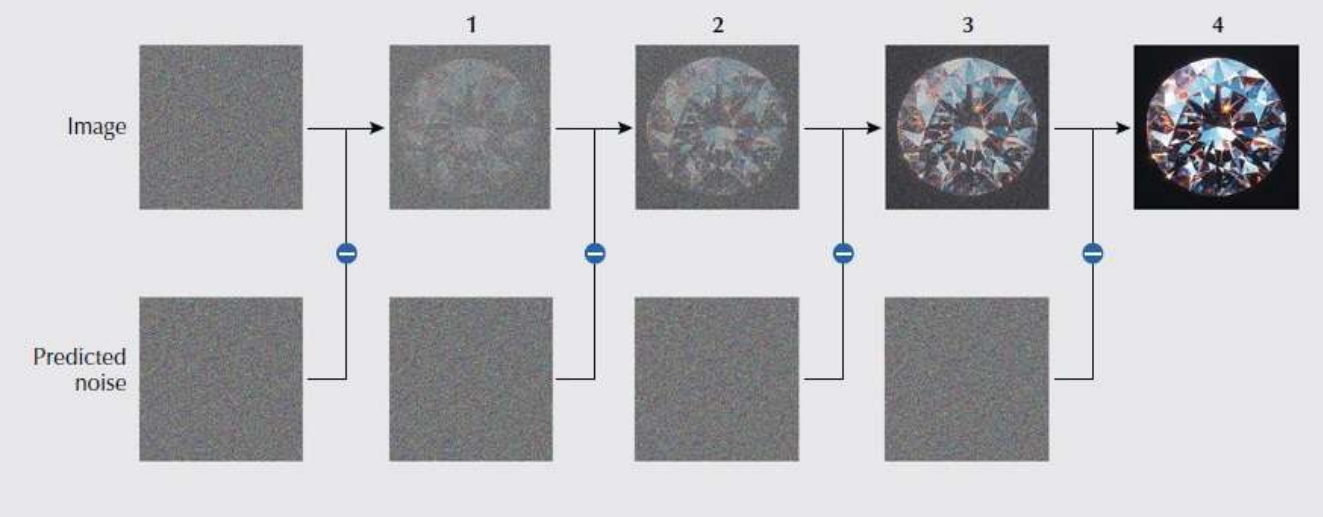


Рисунок 7. Шаги обратной диффузии. Предсказанный шум удаляется шаг за шагом из случайно сгенерированного изображения, пока он не превратится в узнаваемое изображение.

ИИ может назначать пути обратной диффузии для любого типа изображения или подсказки, на которой он обучен. Правильно обученная модель будет создавать множество различных изображений бриллиантов или любого другого предмета на основе изученных путей каждого из обучающих изображений, а модель, обученная на изображениях ювелирных изделий, сможет генерировать совершенно новые изображения драгоценных камней и ювелирных изделий.

Подсказки. На момент написания этой статьи текстовые подсказки по-прежнему являются наиболее распространенным способом взаимодействия с любой генеративной программой ИИ. Где-то между языком кодирования и обычной структурой предложения каждое слово в текстовой подсказке преобразуется в собственный набор взвешенных векторов, которые используются для «направления» шума к желаемому результату. У каждой программы есть свои собственные языковые требования и особенности, которые можно использовать для оптимизации контроля пользователя над изображением.

При наличии текстового описания ИИ применяет то, чему он научился во время обучения, чтобы перевести эти слова в визуальный формат. Например, если пользователь предлагает ему изображение «заката над океаном», ИИ объединяет свое понимание «заката» и «океана», чтобы создать совершенно новое изображение, соответствующее описанию. Присвоив вес каждой части подсказки,

модель будет использовать разное прогнозирование шума. Объединение этих весов подсказок с начальным изображением случайно сгенерированного шума вернет почти бесконечное количество возможных результатов.



Рисунок 8. Слева: брошь «River» из стерлингового серебра от Dolmen Metalworks с кабошонами из камня реки Миссисипи. Фото Майкла Маги. Справа: восемь вариантов ожерелий, созданных в Dream Studio SDXL v1.0 с использованием подсказки «серебряное ожерелье, водный мотив, пескоструйная обработка и полировка, кабошоны». Шестое изображение было создано без камней.



Рисунок 9. Дизайн подвески из Midjourney 5.2 с использованием подсказки «подвеска из эмали и желтого золота, стиль Альфонса Мухи, модерн, афроамериканская женщина в профиль, на фоне цветов, эскиз на белой бумаге, нарисованный мастером-дизайнером».

Помимо создания совершенно новых изображений, таких как на рисунке 9, возможности генеративного ИИ могут быть сосредоточены на определенном

аспекте существующего изображения. Четыре из наиболее часто используемых инструментов — это обрисовка, подрисовка, масштабирование и смешивание. Каждая программа генеративного ИИ также имеет свои собственные фирменные функции, способности и особенности в дополнение к этим общим инструментам.

Обрисовка (**Outpainting)** расширяет изображение, эффективно уменьшая масштаб, а затем заполняя то, что ИИ ожидает найти в сцене вокруг исходного изображения (рисунок 10). Обычно это можно сделать с дополнительной текстовой подсказкой, поясняющей, что должно заполнить внешнюю часть, или без нее.



Рисунок 10. Изображения из Midjourney 5.2, до и после дорисовки.

Для подрисовки (**Inpainting)** пользователю необходимо определить часть изображения, которую следует заменить (рисунок 11). Затем ИИ обновляет выбранную часть изображения. Это также можно сделать как с дополнительной текстовой подсказкой, чтобы определить, что следует изменить в изображении, так и без нее.

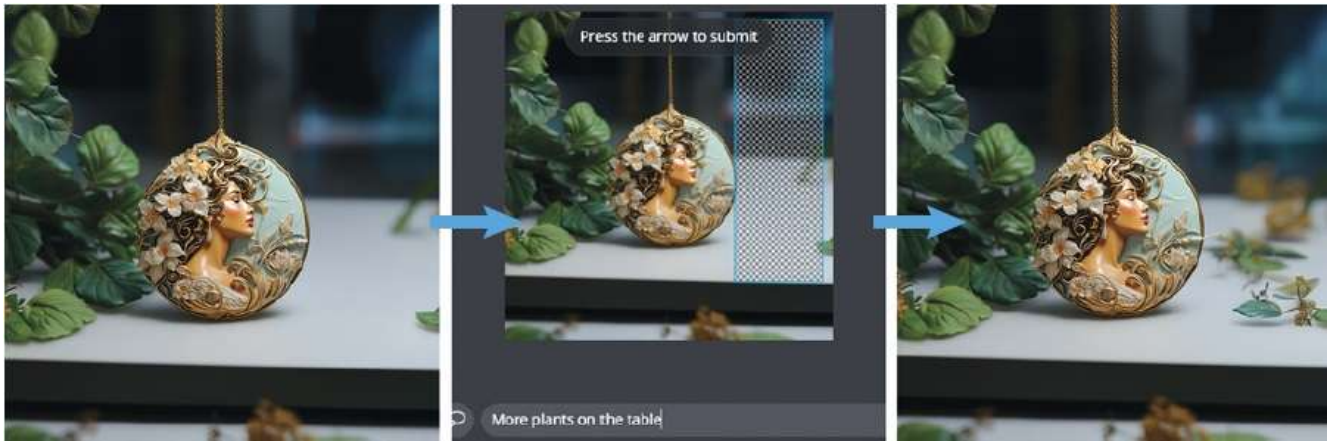


Рисунок 11. Изображения из Midjourney 5.2 с использованием подсказки по подрисовке «еще растения на столе».

Масштабирование **(Upscaling)** позволяет пользователю увеличивать изображение, не уменьшая его разрешение (рисунок 12). Когда изображение масштабируется, ИИ делит каждый пиксель на соответствующее количество новых пикселей, добавляя новую информацию, при этом увеличивая общий размер изображения. Конечным результатом является изображение, которое и больше по общему размеру, и имеет повышенную четкость. Никакие дополнительные текстовые подсказки не используются, поскольку ИИ не добавляет и не вычитает никакие подсказанные предметы. Вместо этого ИИ использует само изображение в качестве подсказки для заполнения деталей с более высоким разрешением.



Рисунок 12. Изображения из Midjourney 5.2 до и после масштабирования.

Смешивание **(Blending)** берет два или более существующих изображений и создает новое изображение, которое объединяет аспекты каждого из оригиналов (рисунок 13), с дополнительной текстовой подсказкой или без нее.



Рисунок 13. Два изображения, созданные с помощью Midjourney 5.2 (слева и в центре), и их итоговое смешанное изображение (справа). Подсказка 1 (слева): «подвеска из эмали и желтого золота, стиль Альфонса Мухи, ар-нуво, афроамериканка в профиль, на фоне цветов, эскиз на белой бумаге, нарисованный мастером-дизайнером». Подсказка 2 (в центре): «дизайнер ювелирных изделий и компьютер с искусственным интеллектом вместе разрабатывают новый дизайн на бумаге в мастерской дизайнера ювелирных изделий».

ОБЗОР ПОПУЛЯРНЫХ ПРОГРАММ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ

В этом разделе кратко рассматриваются пять самых популярных программ генеративного ИИ: Midjourney, Stable Diffusion, DALL.E, Leonardo.AI и Firefly. Каждая платформа имеет свои плюсы и минусы, описанные ниже и сравненные в блоке A.

Midjourney в настоящее время является одним из самых популярных и надежных генераторов изображений ИИ. Изображения могут быть очень подробными, креативными и реалистичными, а ответы на подсказки отражают разумное понимание общей ювелирной терминологии (см. рисунки 1–3 и 9–13).

Стоимость подписки зависит от уровня членства. Скорость генерации изображений меняется соответственно, но даже базовый план может генерировать набор из четырех изображений в течение 30 секунд. Обычно все созданное изображение публикуется на веб-сайте Midjourney и доступно всем другим пользователям. Два высших уровня членства предлагают режим конфиденциальности, который не позволяет делиться сгенерированными изображениями.

Главным недостатком Midjourney является то, что в настоящее время к нему можно получить доступ только через интерфейс Discord. Изначально созданное как приложение для чата и обмена сообщениями для видеогеймеров, чтобы они могли взаимодействовать друг с другом, сообщество Discord разветвилось на многие области за пределами игр. Однако интерфейс Discord может быть сложным для новых пользователей, особенно тех, которые не знакомы с чатами видеоигр и стриминговыми платформами. Чтобы облегчить эту проблему, Midjourney разрабатывает веб-интерфейс. Однако на момент написания этой статьи веб-версия находится на закрытой стадии разработки и открыта только для избранных пользователей.

Stable Diffusion от **Stability AI** — это программа генеративного ИИ с открытым исходным кодом. Онлайн-интерфейс прост в использовании и доступен через веб-интерфейс, называемый **DreamStudio**. Пользователям предоставляются бесплатные кредиты для начала, и они могут приобретать больше по мере необходимости.

Наиболее распространенная критика DreamStudio заключается в том, что изображения менее креативны, чем те, которые генерируются другими программами, в частности Midjourney, которая, как считается, обладает большим художественным вкусом.

Одна из областей, в которой DreamStudio преуспевает, — это создание вариаций существующего изображения (см. рисунок 8). После загрузки стартового изображения можно установить ползунок, чтобы определить, насколько близко или свободно вариации должны следовать оригиналу (рисунок 14). Более высокое

значение силы изображения заставит любые новые изображения более строго придерживаться оригинала, в то время как более низкая сила изображения даст ИИ больше «творческой лицензии» для создания вариаций.



Рисунок 14. Изображение, созданное с помощью искусственного интеллекта Dream Studio SDXL v1.0 с использованием подсказки «платиновое кольцо с тремя камнями, центральный камень — танзанит, боковые камни — бриллианты, фотореалистичное» (слева) и варианты с интенсивностью изображения 25% и 50% (справа).

Stable Diffusion предлагается как программа с открытым исходным кодом и может быть установлена локально на компьютере, а не использоваться через веб-страницу DreamStudio. Хотя запуск Stable Diffusion локально на компьютере может замедлить процесс генерации, в зависимости от характеристик компьютера, он предлагает несколько ключевых преимуществ. Одно из них заключается в том, что все созданное изображение хранится втайне от других пользователей и Интернета в целом. Большинство других программ взимают с пользователей плату за сохранение конфиденциальности их данных. Другим существенным преимуществом является то, что продвинутый пользователь может настраивать процесс диффузии с помощью сэмплеров. Сэмплер — это надстройка к модели диффузии, которая может подтолкнуть создание изображения к определенным стилям или результатам (Gilgamesh, 2023). Это дает пользователю больший контроль над конкретными качествами и деталями сгенерированных изображений.

DALL.E создан **OpenAI**, той же компанией, которая создала известный ChatGPT. Последняя версия DALL.E полностью интегрирована с ChatGPT, что означает, что пользователи могут задавать ему вопросы с помощью письменного или устного разговора вместо подсказки в виде кода (см. рисунок 4).

Хотя создаваемые изображения могут быть чрезвычайно подробными, процесс обычно медленнее и менее настраиваемый, чем в других программах. Бесплатные аккаунты доступны для обеих программ; однако, на момент написания этой статьи, для доступа к последним версиям ChatGPT и DALL.E необходима ежемесячная подписка.

DALL.E также может запоминать предыдущие разговоры и писать собственные подсказки, когда его просят описать загруженные изображения. После интеграции с ChatGPT, DALL.E быстро стал популярным конкурентом Midjourney.

Leonardo.AI — еще один генератор изображений, который недавно стал очень популярным конкурентом Midjourney. Хотя Leonardo имеет более сложный веб-интерфейс, чем Dream Studio, DALL.E и Firefly, он предлагает больше разнообразия и контроля как над типами доступных подсказок, так и над стилем создаваемых изображений.

Базовые членства Leonardo бесплатны с ограниченным количеством генераций в месяц. Доступно несколько уровней платного членства, предлагающих большую скорость генерации и другие опции. На нижних уровнях членства все изображения, загруженные и созданные Leonardo, становятся частью набора данных программы, а частные учетные записи доступны за ежемесячную плату.

Как и Midjourney, Leonardo хорошо разбирается в ювелирной терминологии и, скорее всего, создаст изображения, которые технически соответствуют подсказке. То, что делает Leonardo уникальным, — это возможность комбинировать текстовые подсказки с программой для создания эскизов в реальном времени, называемой Realtime Canvas. Сгенерированное изображение постоянно обновляется в рамках параметров текстовой подсказки, когда пользователь делает эскизы через веб-интерфейс или через приложение iOS. Leonardo также позволяет пользователям «тренировать» собственные модели изображений, загружая до 40 изображений. Затем ИИ использует этот пользовательский набор данных для точной настройки своих результатов для пользователя.

Adobe Firefly — относительно опоздавшая в области генеративного ИИ, но предлагает уникальный набор активов, а именно существующий пакет Creative Cloud от Adobe. Инструмент Firef — это и автономный генератор изображений, и встроенный плагин для Photoshop, где его можно использовать для генеративного заполнения областей композиции с превосходными возможностями inpainting и outpainting.

Firefly можно приобрести как отдельный продукт или включить в стоимость Photoshop или Creative Cloud. Веб-сайт Firefly прост в использовании для быстрого генерирования и изменения изображений.

Одним из главных преимуществ Firefly является также его самый большой недостаток для создания ювелирных изделий: уникальные источники обучающих данных Adobe. Большинство других программ генеративного ИИ обучались на триллионах изображений, извлеченных со всего Интернета, что включает огромное количество изображений ювелирных изделий. Для сравнения, Firefly обучался на сотнях миллионов изображений Adobe Stock, открыто лицензированного контента и изображений общественного достояния. Поэтому нормативная область для Adobe Firefly более ясна, что будет подробно

рассмотрено в следующем разделе. Однако это значительно меньший набор данных, чем у других программ, и еще меньшая его часть обучена на ювелирных изделиях. Следовательно, Firefly хуже понимает формы и терминологию ювелирных изделий.

Box A: Сравнение ИИ программ

Чтобы сравнить пять наиболее широко используемых генеративных программ ИИ, им всем дали одну и ту же подсказку при создании четырех вариаций кольца с тремя камнями из танзанита с использованием каждой программы (рисунки A-1–A-5). Использованная подсказка была «платиновое кольцо с тремя камнями, центральный камень танзанит, боковые камни бриллианты, фотореалистичное». Для DALL.E была использована полная структура предложения с той же подсказкой.



Рисунок A-1. Изображения, созданные Midjourney 6. Эти дизайны имеют сложные детали, включая завитки и мелкую зернистость. Драгоценные камни находятся в подходящей цветовой гамме для танзанита и бриллиантов. Изображения также имеют определенную глубину резкости, что делает их более фотореалистичными.



Рисунок А-2. Изображения, созданные DreamStudio SDXL v1.0. Эти проекты менее детализированы, но все же в основном точны в изображении ювелирных изделий. Металл и драгоценные камни показывают соответствующую цветовую гамму для своих материалов. Изображение внизу слева показывает некоторые неточности в закрепках зубцов, размытие между зубцами и бриллиантами в центральной закрепке и добавление дополнительных зубцов в боковую закрепку слева. Опять же, определенная глубина резкости очевидна, что делает изображения более фотореалистичными.



Рисунок А-3. Изображения, созданные DALL.E 3 с помощью подсказки «создайте фотореалистичное изображение платинового кольца с тремя камнями, с танзанитовым центральным камнем и бриллиантовыми боковыми камнями». Эти изображения показывают некоторую детализацию и креативность в дизайне и представляют более широкий спектр форм камней. Однако на нижнем левом изображении некоторые детали плохо определены, такие как мельчайшая зернистость вдоль оправы канала, гравировка на внутренней стороне шинки и детали по бокам оправы грушевидной формы. На всех изображениях цвета материалов достаточно точны. Изображения менее фотореалистичны и больше напоминают цифровые визуализации из программы САПР. Эта стилистическая визуализация, по-видимому, характерна для всех изображениях, созданных с помощью DALL.E.



Рисунок А-4. Изображения, созданные Leonardo.AI Phoenix. Кольца на этих изображениях удивительно похожи, разница в дизайне или расположении небольшая. Дизайн также очень прост по сравнению с предыдущими тремя примерами. Для создания большего количества вариантов дизайна потребуется больше разнообразных подсказок. Все изображения показывают некоторую степень глубины резкости, а нижнее левое изображение показывает особое размытие света на заднем плане, создавая фотореалистичный эффект.



Рисунок А-5. Изображения, созданные Adobe Firefly 2. Эти кольца являются менее точными изображениями концепции «кольца с тремя камнями», приведенной в подсказке, — особенно верхнее левое изображение, на котором вообще нет боковых камней. Желаемые материалы, танзанит и платина, также плохо изображены и их легко можно спутать с синим сапфиром и белым золотом. При более внимательном рассмотрении центральные «танзанитовые» камни показывают упрощенную огранку, не распространенную в коммерческих огранках. Нижнее правое кольцо также, по-видимому, слегка некруглое. Эти неточности, вероятно, связаны с меньшим объемом обучающих данных по ювелирным изделиям, доступных Firefly.

ЭТИЧЕСКИЕ, ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Как и любая технологическая революция, внедрение генеративного ИИ в дизайн ювелирных изделий приносит с собой новый набор проблем, с которыми следует обращаться осторожно. В этом разделе будут рассмотрены этические соображения, правовые последствия и развивающаяся нормативно-правовая среда, окружающая искусство, созданное с помощью ИИ.

То, как мы думаем об ИИ — как об инструменте или как о со-творце — добавляет уровень сложности к вопросу о праве собственности и об авторских правах. Антропоморфизация ИИ (приписывание ему человеческих качеств) может поставить дополнительные философские и моральные дилеммы. Полезно рассматривать генеративный ИИ как инструмент, используемый для поддержки людей-творцов, а не как независимого создателя со своими собственными идеями (Epstein et al., 2023). Путешествуя по этой неизведанной территории, необходимо понимать как возможности, так и проблемы, создаваемые генеративным ИИ.

Понимая эти вопросы, дизайнеры ювелирных изделий могут принимать обоснованные решения о том, как ответственно интегрировать ИИ в свои процессы.

Этические соображения. Использование ИИ в творческих отраслях поднимает важные этические вопросы. Одной из основных проблем является подлинность дизайна. Когда ювелирное изделие создается при активном участии ИИ, кто становится его истинным автором? Это важнейший вопрос для дизайнеров, которые гордятся уникальностью и оригинальностью своей работы. Более того, существуют опасения относительно возможности ИИ создавать и распространять дизайны, которые очень похожи на оригинальные произведения искусства без надлежащего указания и компенсации оригинальным дизайнерам. Действительно, пользователи могут попросить ИИ создать изображения в стиле определенного художника (Yup, 2023). В ответ на эту критику многие программы начинают устанавливать барьеры против прямого отсылки к ныне живущим художникам в своих подсказках.

Еще одна этическая проблема касается влияния ИИ на мастерство. Дизайн ювелирных изделий — это вид искусства, который традиционно требует высокого уровня мастерства и многолетней практики. Если кто-то может использовать ИИ для создания сложных дизайнов за считанные минуты, то что станет с квалифицированным мастером? Существует значительный риск того, что ценность, придаваемая ручным навыкам и мастерству, может снизиться, что приведет к потере наследия и традиций в этой области.

К счастью, ювелирная промышленность в основном занимается материальными товарами. Хотя ИИ может создавать необычные изображения, в какой-то момент дизайн все равно нужно будет изготовить. Сделав инструменты дизайна более доступными, большую ценность потенциально можно было бы придать навыкам, необходимым для воплощения этих дизайнов в реальность. Понимание дизайнером драгоценных камней и металлов, производственных процессов, эргономики и типичного износа играют роль в создании ювелирных изделий, которые одновременно и красивы, и функциональны.

Правовой ландшафт и нормативные последствия. Текущие правовые вопросы для генеративного ИИ вращаются преимущественно вокруг авторских прав и прав интеллектуальной собственности (ИС). Текущие правовые рамки были созданы в эпоху до ИИ и, таким образом, не полностью отвечают всем нюансам работ, созданных ИИ. Например, если ИИ создает дизайн ювелирных изделий на основе подсказки от дизайнера-человека, кому принадлежат авторские права? На момент написания этой статьи Бюро по авторским правам США внесло некоторую ясность в этот сценарий:

> ***По мнению Бюро, общеизвестно, что авторское право может защищать только материал, являющийся продуктом человеческого***

> ***творчества. По сути, термин «автор», ... исключает не-людей. ... Например, когда технология ИИ получает только подсказку от человека и производит сложные письменные, визуальные или музыкальные произведения в ответ, «традиционные элементы авторства» определяются и выполняются технологией, а не человеком-пользователем. (Бюро авторских прав США, 2023)***

Короче говоря, искусство, созданное исключительно программой ИИ, не может быть защищено авторским правом или приписано какому-либо автору. Однако Бюро по авторским правам США заявило, что «художник может изменять материал, изначально созданный технологией ИИ, до такой степени, чтобы изменения соответствовали стандарту защиты авторских прав. В этих случаях авторское право будет защищать только аспекты работы, созданные человеком» (Бюро по авторским правам США, 2023).

Также существует сложность с производными работами. Если ИИ обучается на наборе данных, который включает дизайны ювелирных изделий, защищенные авторским правом, существует вероятность, что его результаты будут нарушать права интеллектуальной собственности оригинальных создателей. Чтобы решить эти оставшиеся вопросы об авторском праве и праве собственности, Бюро по авторским правам США проводит исследование, касающееся проблем с авторскими правами, поднятых генеративным ИИ. Этот же вопрос рассматривается в окружных судах США, где в настоящее время подано несколько громких исков об интеллектуальной собственности (Appel et al., 2023).

Некоторые из крупных компаний ИИ предпринимают шаги, чтобы помочь своим клиентам устранить риски нарушения авторских прав. В 2023 году OpenAI объявила, что она оплатит судебные издержки, понесенные клиентами корпоративного уровня, которые сталкиваются с исками о нарушении авторских прав, касающимися ChatGPT и DALL.E (Wiggers, 2023).

Одним из заметных исключений из битв за интеллектуальную собственность в генеративном ИИ является Adobe Firefly. Как упоминалось ранее, Adobe обучала свою генеративную модель ИИ, используя только лицензионные Adobe Stock и общедоступные изображения, на которых истек срок действия авторских прав (https://www.adobe.com/products/firefly/enterprise. html). Это означает, что Adobe может гарантировать, что ее изображения ИИ не нарушают никаких существующих авторских прав, и может предложить ограниченную компенсацию за интеллектуальную собственность для корпоративных клиентов, использующих Firefly (https://helpx.adobe.com/legal/product-descriptions/ adobe-firefly.html). Однако совсем недавно выяснилось, что модель Firefly была обучена частично на изображениях, сгенерированных другими платформами ИИ, — всего около 5% (Metz and Ford, 2024). Хотя это несколько усложняет вопрос интеллектуальной собственности, Adobe придерживается своего процесса модерации и настаивает на том, что ее обучающие данные не включают интеллектуальную собственность.

Adobe также автоматически добавляет определенные метаданные к любому измененному или сгенерированному ИИ изображению, созданному с помощью его программного обеспечения. Эти «учетные данные контента» также могут хранить информацию о создателе контента, устанавливая более прочную запись о праве собственности. Для достижения этой цели прозрачности контента Adobe основала Инициативу по подлинности контента (https://opensource.contentauthenticity. org), некоммерческую группу для создания инструментов для проверки происхождения цифровых изображений.

Adobe также является соучредителем Коалиции за происхождение и подлинность контента (C2PA, https://c2pa.org), организации, которая разрабатывает открытые глобальные стандарты для обмена информацией о медиа, созданных ИИ, на платформах и веб-сайтах за пределами продуктов Adobe. Другие члены C2PA, Microsoft и Google, в настоящее время являются объектами судебных исков за предполагаемое извлечение данных без разбора из Интернета для обучения собственных продуктов ИИ.

Нормативная среда для ИИ в творчестве все еще находится в зачаточном состоянии. Правительства и международные органы только начинают разбираться с последствиями ИИ и находятся в процессе разработки законов и руководящих принципов, регулирующих его использование. Это включает обеспечение того, чтобы созданные ИИ работы соблюдали авторские и законы об интеллектуальной собственности, а также установление стандартов прозрачности и подотчетности в использовании ИИ.

Для дизайнеров ювелирных изделий важно быть в курсе этих правил. По мере развития законов новые требования к соблюдению могут повлиять на то, как дизайнеры могут использовать инструменты ИИ. Дизайнерам необходимо быть в курсе этих изменений, чтобы гарантировать, что их использование ИИ остается в рамках закона. Кроме того, существует очевидная необходимость в образовании в сообществе дизайнеров ювелирных изделий в сфере правовых и этических последствияй ИИ. Дизайнеры должны быть вооружены знаниями, чтобы использовать ИИ ответственно, соблюдая как букву, так и дух законов об интеллектуальной собственности.

ПРОДВИНУТЫЕ ДИЗАЙНЕРЫ

Как и в случае с любой новой технологией, ранние последователи уже используют генеративный ИИ для улучшения процессов дизайна и продаж. Многие из инструментов, перечисленных в этой статье, все шире используются для стимулирования продаж путем создания маркетингового контента, вдохновения для окончательных дизайнов или для создания рекламных изображений. На момент написания этой статьи изображения, созданные ИИ, все еще подвержены ошибкам, и дизайнеры могут захотеть создавать изображения в частном порядке, чтобы отсеять любые неработоспособные результаты, прежде чем показывать их клиенту. Однако по мере развития этой технологии она,

несомненно, откроет новые возможности для дизайнеров, которые любят работать в режиме реального времени со своими клиентами.

Один из самых многообещающих методов ИИ, используемых для улучшения рабочего процесса дизайнера, называется «эскиз для рендеринга». Для этого берут небольшой набросок дизайна в качестве подсказки изображения, а затем используют генеративную программу ИИ для создания полностью отрисованного изображения, включая цвет, материалы, освещение и тени 3D-объекта на основе исходного эскиза и сопроводительного текстового запроса (рисунок 15). Талантливый дизайнер или продавец может использовать «эскиз для рендеринга», чтобы быстро превратить свои наброски в реалистичные изображения для просмотра клиентом. Некоторые многообещающие примеры этой технологии — Dzine.ai и Vizcom. ai. На рисунке 15 набросок от руки используется вместе с подробным текстовым запросом для создания более фотореалистичной версии исходного эскиза в Dzine. При внимательном рассмотрении изображения, сгенерированного ИИ, можно увидеть некоторое смешение между бриллиантами и металлическими материалами в звеньях браслета. Недавно Dzine начал обучать своих моделей на изображениях, связанных с ювелирными изделиями, чтобы устранить подобные неточности.



Рисунок 15. Эскиз браслета, нарисованный вручную Девьяни Шах (слева), и «визуализация» Dzine.ai (справа), созданная с использованием эскиза вместе с текстовой подсказкой «браслет из белого золота с бриллиантами в форме листьев. Большой овальный изумруд установлен в центре браслета. Вдохновение в стиле ар-деко. Фотореалистичная визуализация. Ослепительное отражение света на драгоценных камнях. Нейтральный фон».

Метод «эскиз для визуализации» вносит значительные улучшения в рабочий процесс проектирования. Во-первых, он возвращает фокус процесса проектирования в руки человека-дизайнера или продавца. Проекты можно рисовать вручную и сканировать или рисовать в цифровом приложении на планшете, компьютере или даже телефоне. После того, как эскиз нарисован, программа ИИ может быстро обработать его в более фотореалистичное изображение, похожее на цифровую визуализацию модели САПР (рисунок 16).



Рисунок 16. Цифровой эскиз (слева) и «визуализация» Dzine.ai (справа) с использованием оригинального изображения и добавлением текстовой подсказки «изящные серьги из желтого золота, украшенные сверкающими бриллиантами, элегантно свисают с уха, их волнистый дизайн вызывает ощущение текучести, словно танцуя на свету; фотореалистичная визуализация, теплый золотистый оттенок и блестки бриллиантов, излучающие солнечное сияние, идеально подходящие для летнего вечернего приема или винтажного свадебного образа с оттенками изысканности ар-деко и богемного стиля, каждая деталь тщательно запечатлена в тонких нюансах визуализации».

С распространением программ САПР в отрасли, покупатели ювелирных изделий на заказ стали ожидать фотореалистичных визуализаций своих ювелирных изделий, прежде чем давать одобрение. Это означает, что дизайнер часто тратит часы на разработку модели САПР для одобрения, не получив предварительно депозит за свое время и работу. Когда дизайн проходит много итераций, прежде чем будет одобрен клиентом, это время моделирования САПР может вылиться в значительную сумму.

Используя ИИ для создания фотореалистичного изображения только из эскиза, продавец может получить одобрение и, возможно, депозит на дизайн, прежде чем тратить время на моделирование в САПР. Фотореализм изображения, созданного ИИ, может помочь клиенту лучше визуализировать конечный продукт, в то время как дизайнер может сэкономить трудоемкое моделирование САПР для окончательного дизайна. Продавец может даже использовать ИИ для создания вариаций исходного эскиза, чтобы быстро исследовать варианты дизайна.

Другим существенным преимуществом этого метода «эскиза для визуализации» является то, что он создает основу для защиты авторских прав дизайна на ранней стадии процесса. Вместо того, чтобы создавать незащищенный авторскими правами дизайн ИИ с защищенными авторскими правами внесенными человеком модификациями, дизайнер создает защищенный авторскими правами оригинальный эскиз и позже добавляет модификации ИИ, которые могут или не могут быть защищены авторскими правами. Хотя это и не является гарантией защиты авторских прав, начало с созданного человеком рисунка может помочь установить требование «человеческого авторства» для авторского права.

Большая часть усилий по индивидуальным продажам заключается в продаже ювелирных изделий по картинкам — нарисованным вручную, цифровым наброскам или CAD-визуализации — поскольку желаемых украшений еще не существует. Теперь дизайнер может использовать ИИ для повышения своей естественной креативности, сокращения ненужного труда на нежелательные дизайны, защиты своих творческих идей и помощи своим клиентам быстрее реализовать свой идеальный дизайн.

БУДУЩЕЕ РАЗВИТИЯ

Технология, задействованная в генеративном ИИ, развивается огромными темпами. Скорость генерации изображений, а также сложность и точность подсказок улучшаются с каждым выпущенным обновлением. Хотя эти изменения могут сделать ИИ более доступным и принятым для дизайна ювелирных изделий, они не могут принципиально изменить то, как эта технология меняет нашу отрасль. Однако есть несколько областей роста, за которыми стоит следить: текст в видео, изображение в карту глубины и текст в генерацию сетки.

Text to Video продвигает формат text-to-image на шаг дальше, создавая короткие видеоролики исключительно из текстового запроса. Часто для правильного описания ювелирного изделия требуется несколько изображений с разных ракурсов. Многие дизайнеры знакомы с видами сверху, спереди и сбоку, которые можно найти во многих программах САПР, а также с методами ручного черчения. Простое видео, вращающееся на 360°, может точнее описать кольцо, чем любое отдельное изображение. Несколько основных платформ ИИ, таких как Leonardo.AI и Stability AI, уже предложили эту возможность в более поздних обновлениях, хотя на момент написания этой статьи эти модели все еще имеют ограниченную возможность точно вращать сложный дизайн ювелирного изделия (см. видео на www.gia.edu/gems-gemology/ fall-2024-artificial-intelligence-in-jewelry-design).

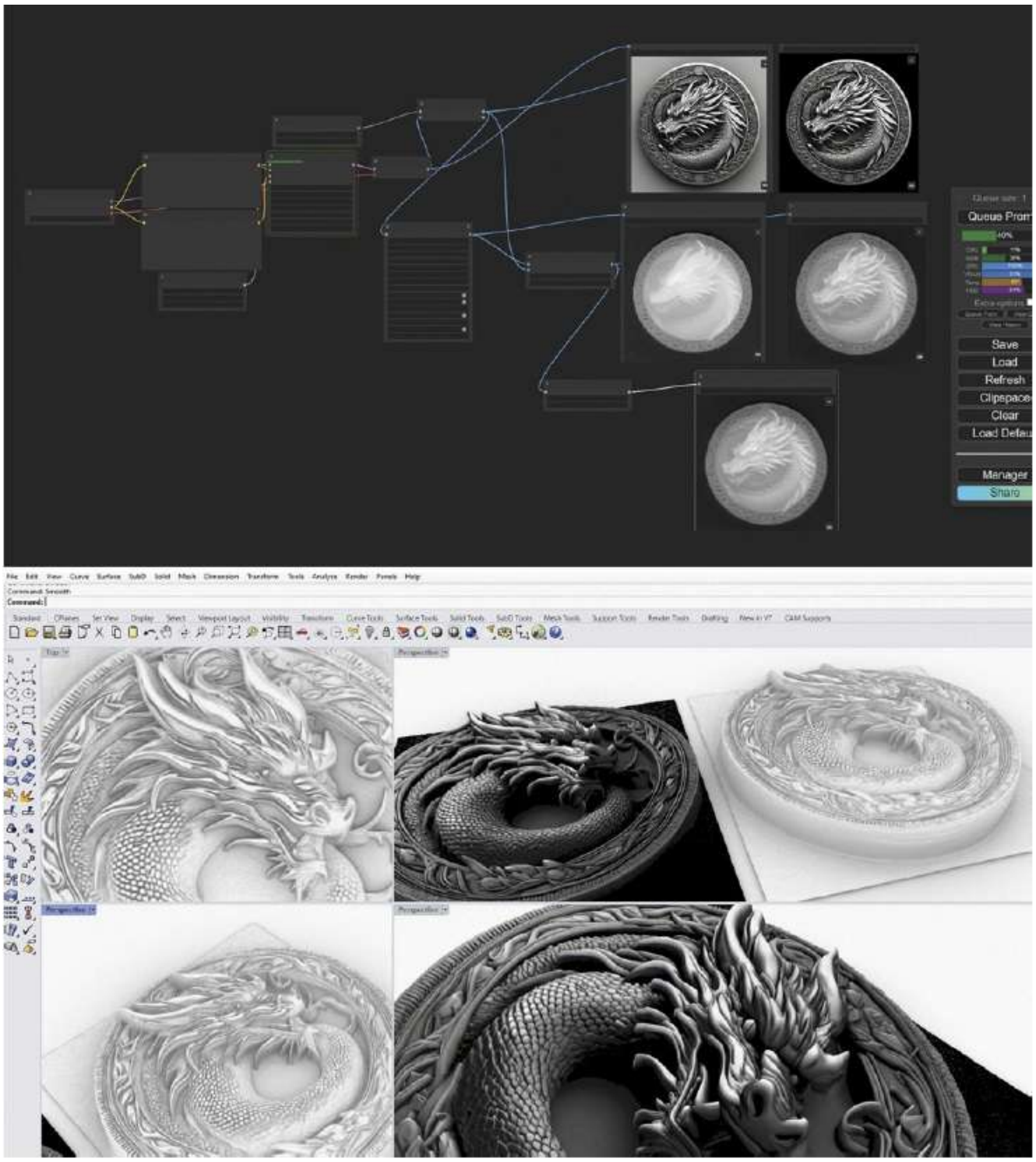


Рисунок 17. «Dragon Coin» Криса Боты. Изображение Stable Diffusion и карта глубины; 3D-дизайн в ZoeDepth и Rhinoceros 3D. Верхнее изображение показывает настраиваемую программу для Stable Diffusion с использованием пользовательского интерфейса ComfyUI. ComfyUI позволяет пользователю управлять Stable Diffusion с помощью визуального языка программирования. Каждый фрагмент кода представлен как блок с определенными входами и выходами. Блоки соединены вместе через эти входные и выходные разъемы для изменения кода, создания подробных изображений из текстовой подсказки, а затем преобразования подробных изображений в изображения высотного поля, подходящие для ZoeDepth. Нижнее изображение использует Rhinoceros для показа 2,5D-объекта, созданного из этого изображения ZoeDepth.

Image to 2.5D Depth Map — это интересный шаг к созданию воспроизводимых моделей непосредственно из ИИ. С некоторым дополнительным обучением такие программы, как Stable Diffusion, можно модифицировать для создания не только черно-белых изображений, но и карт глубины, которые являются изображениями в оттенках серого, где оттенки серого обозначают относительную глубину трехмерного объекта. Другие программы, такие как ZoeDepth (Bhat et al., 2023), могут преобразовывать эти изображения в фактическую 2.5D геометрию, которой можно управлять непосредственно в программе САПР, такой как Rhinoceros или ZBrush (рисунок 17).

Текст в 3D может занять больше времени, чтобы должным образом развиться как технология, но у него есть потенциал радикально повлиять на ювелирную промышленность. Вместо обучения на триллионах изображений, найденных в Интернете, эти программы обучаются на множестве 3D-моделей. Хотя эти программы в настоящее время существуют и могут быть найдены на таких сайтах, как Meshy.ai (рисунок 18), они ориентированы на создание реквизита и аватаров для индустрии видеоигр. Низкое разрешение этих моделей делает их пока непригодными для производства ювелирных изделий. Одним из самых больших препятствий для этой технологии является относительная малочисленность 3D-моделей, доступных для обучения ИИ, по сравнению с количеством изображений, используемых для обучения 2D-моделей.



Рисунок 18. Изображения из Meshy.AI с использованием подсказки «зеленый изумрудный амулет, желтое золото, высокая детализация, органический лист и дизайн виноградной лозы». Эта программа создает полностью трехмерные модели из текстовой подсказки, в отличие от плоских 2D-изображений других программ. Некоторые из более мелких деталей «нарисованы» на модели с помощью цветного изображения, применяемого к более простому 3D-объекту.

Более мелкие детали предполагают, что драгоценный камень и кулон являются отдельными объектами (слева). Тот же объект с удаленным цветным изображением (справа) показывает фактическую созданную 3D-геометрию. Обратите внимание, что драгоценный камень и кулон на самом деле являются одним объектом, окрашенным в разные материалы.

Несколько крупных игроков 3D, включая TurboSquid, Autodesk и Meta, в настоящее время разрабатывают собственные инструменты генеративного ИИ для 3D-моделирования. TurboSquid, принадлежащий Shutterstock, является крупнейшей онлайн-площадкой для 3D-моделей, на которой доступно более миллиона 3D-моделей, хотя большинство из них не предназначены для ювелирных изделий. Autodesk, производитель многих из самых популярных программ САПР, объявил о своем проекте Bernini для создания генеративных 3D-форм ИИ в мае 2024 года (Autodesk, 2024). Meta (материнская компания Facebook, Instagram и WhatsApp) недавно опубликовала статью о новой программе Gen3D, предназначенной для создания 3D-объектов из текста для своих приложений Metaverse (Siddiqui et al., 2024). Каждая из этих компаний будет иметь коллекцию моделей высокого разрешения, достаточно большую, чтобы должным образом обучить программу преобразования текста в сетку для создания высококачественных 3D-сеток, которые можно будет импортировать в любую программу САПР.

ВЫВОДЫ

Как дизайнеры ювелирных изделий могут наилучшим образом использовать эту новую технологию для улучшения творческого самовыражения? Генеративный искусственный интеллект уже оказывает глубокое влияние на сферы искусства и дизайна. Его влияние на индустрию дизайна ювелирных изделий также началось.

Два самых больших преимущества генеративного ИИ сегодня — это доступность и скорость. Теперь любой может создавать изображения ювелирных изделий за считанные секунды, используя всего несколько слов и правильную программу. Однако настоящий дизайн ювелирных изделий — это нечто большее, чем просто картинка. В дальнейшем два самых больших преимущества для дизайнера, использующего эти инструменты, будут: возможность переводить изображения в реальные модели, выступая в качестве «проверки реальности» дизайна, и возможность персонализировать или настраивать его, продвигая к определенному направлению или цели.

Изображения, созданные с помощью генеративного ИИ, могут быть привлекательными, но их все равно нужно превратить в физические объекты, чтобы они стали украшениями.

Необходим опыт дизайнера, чтобы перевести любое 2D-изображение ювелирных изделий в 3D-модель, используя САПР или традиционные методы изготовления вручную. Дизайнеры все еще должны обладать глубоким пониманием металлов и драгоценных материалов, производственных процессов, размеров и допусков,

необходимых для долговечности и эргономики взаимодействия ювелирных изделий с телом владельца.

Персонализация так и останется для контакта с владельцем украшения. Независимо от того, обдумывает ли дизайнер идеи для новой линии ювелирных изделий, используя подсказки, созданные на основе маркетинговых прогнозов на предстоящий год, или разрабатывает уникальное, сделанное на заказ ювелирное изделие для одного клиента, изображения ИИ могут быть только началом. Хороший дизайнер может взять эти отправные точки у ИИ и усовершенствовать дизайн как для того, чтобы связать его с существующим брендом, рассказать историю дизайна для одного покупателя, так и для того, чтобы просто раздвинуть границы дизайна еще дальше. Креативный дизайнер может начать со своих собственных дизайнов и использовать ИИ для изучения вариантов и превратить свои быстрые наброски в фотореалистичные изображения. Личные эскизы также помогают гарантировать, что окончательный дизайн будет уникальным и защищенным авторским правом.

Учитывая совпадение инструментов ИИ, их можно выбрать на основе того, что лучше всего подходит для отдельного бизнеса. Однако дизайнер ювелирных изделий, использующий инструменты ИИ, должен быть бдительным, чтобы гарантировать, что использование ИИ не нарушает права интеллектуальной собственности других лиц. Использование ИИ для создания вариаций собственных существующих работ гарантирует, что основной вклад в сгенерированное изображение будет исходить от личного творчества.

Для компании, готовой инвестировать больше ресурсов, может быть еще один интересный путь. Компания с большой коллекцией дизайнов может потенциально создать свою собственную частную платформу генеративного ИИ, обученную на её собственных дизайнах. Это позволит компании создавать новые изображения исключительно на основе её собственного портфолио, решая любые проблемы с авторскими правами или интеллектуальной собственностью. Даже дизайнер с ограниченным количеством дизайнов может использовать их для обучения существующей модели генеративного ИИ для создания изображений, на которые сильно повлияет его скромное портфолио.

Наконец, необходимо обеспечить прозрачность инструментов ИИ в масштабах всей отрасли. Разработчики должны четко понимать, как обучаются модели ИИ, какие данные они используют и каков потенциал предвзятости или нарушения в этих моделях. Эта прозрачность поможет разработчикам принимать более обоснованные решения относительно инструментов, которые они используют. Многие нерешенные правовые и нормативные вопросы, касающиеся этой новой технологии, аме ещеостаются, ожидая своего разрешения в суде.

Как и в случае с любой новой технологией, каждый человек в конечном итоге решает сам, стать ли ему ранним последователем, взяв на себя возможности как

риска, так и вознаграждения, или подождать, наблюдая и учась на достижениях и ошибках других.

ССЫЛКИ

Appel G., Neelbauer J., Schweidel D.A. (2023) Generative AI has an intellectual property problem. *Harvard Business Review*, April 7, https://hbr.org/2023/04/generative-ai-has-an-intellectual-property-problem

Autodesk (2024) Autodesk unveils Research Project Bernini for generative AI 3D shape creation. *ADSK News*, May 8, https://adsknews.autodesk.com/en/news/research-projectbernini/

Bhat S.F., Birkl R., Wofk D., Wonka P., Mьller M. (2023) ZoeDepth:Zero-shot transfer by combining relative and metric depth. *arXiv*, article no. 2302.12288, http://dx.doi.org/10.48550/ arXiv.2302.12288

Epstein Z., Hertzmann A., Herman L., Mahari R., Frank M.R., Groh M., Schroeder H., Smith A., Akten M., Fjeld J., Farid H.,

Leach N., Pentland A., Russakovsky O. (2023) Art and the science of generative AI: A deeper dive. *arXiv*, article no. 2306.04141, http://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2306.04141

Gilgamesh (2023) Tutorial: What is a sampler in Stable Diffusion? *Medium*, https://gilgam3sh.medium.com/tutorial-what-is-asampler- in-stable-diffusion-d5c16875b898

JEMSU (n.d.) What potential drawbacks could interior designers face with AI-generated content in 2024? https://www.jemsu.com/ what-potential-drawbacks-could-interior-designers-face-with-aigenerated- content-in-2024

Metz R., Ford B. (2024) Adobe's "ethical" Firefly AI was trained on Midjourney images. *Yahoo Finance*, April 12, https://finance. yahoo.com/news/adobe-ethical-firefly-ai-trained-123004288.html

Sanderson G. (2017) Neural networks. *3blue1brown*, https://www.3blue1brown.com/topics/neural-networks

Siddiqui Y., Monnier T., Kokkinos F., Kariya M., Kleiman Y., Garreau E., Gafni O., Neverova N., Vedaldi A., Shapovalov R., Novotny D. (2024) Meta 3D AssetGen: Text-to-mesh generation with highquality geometry, texture, and PBR materials. *arXiv*, article no. 2407.02445, https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.02445

Stable Diffusion Art (2024) How does Stable Diffusion work? https://stable-diffusion-art.com/how-stable-diffusion-work

United States Copyright Office (2023) Artificial Intelligence and Copyright. *59942 Federal Register*, Vol. 88, No. 167, https://www.copyright.gov/ai/docs/Federal-Register-Document-Artificial-Intelligence-and-Copyright-NOI.pdf

Wiggers K. (2023) OpenAI promises to defend business customers against copyright claims. *TechCrunch*, November 6, https://techcrunch.com/2023/11/06/openai-promises-to-defendbusiness-customers-against-copyright-claims

Yup K. (2023) What AI art means for society, according to Yale experts. *Yale Daily News*, January 23, https://yaledailynews.com/ blog/2023/01/23/what-ai-art-means-for-society-according-toyale-experts/

Русский перевод статьи Michael D. Magee **GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR JEWELRY DESIGN**

https://www.gia.edu/doc/fall-2024-artificial-intelligence-in-jewelry-design.pdf

ОБ АВТОРЕ

Michael D. Magee — старший специалист по предмету «искусство изготовления ювелирных изделий» в GIA в Карлсбаде, Калифорния.