

Локалов Владимир Анатольевич

кандидат педагогических наук, доцент,
старший преподаватель факультета
программной инженерии и компьютерной техники
Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета информационных
технологий, механики и оптики (Университета ИТМО)

Константинова Юлия Олеговна

инженер факультета программной инженерии
и компьютерной техники Санкт-Петербургского
национального исследовательского
университета информационных технологий,
механики и оптики (Университета ИТМО)

Климов Игорь Викторович

старший преподаватель факультета
программной инженерии и компьютерной техники
Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета информационных
технологий, механики и оптики (Университета ИТМО)

Миронов Андрей Сергеевич

тьютор факультета программной инженерии
и компьютерной техники
Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета информационных
технологий, механики и оптики (Университета ИТМО)

ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ТРЕХМЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Аннотация:

Необходимость организации дистанционного обучения трехмерному моделированию в системе дополнительного образования детей связана с возрастающей популярностью этого образовательного направления у школьников, а также с важностью распространения методик, которые способствуют развитию проектных и пространственных способностей учащихся. В статье предлагается способ организации системы дистанционного обучения трехмерному моделированию, который, с одной стороны, максимально раскрывает преимущества технологий дистанционного обучения, а с другой – минимизирует различия очной и дистанционной форм. Делается вывод о целесообразности организации обучения в реальном времени с использованием средств конференц-связи, интегрированных в LMS. Дается ряд практических рекомендаций, нацеленных на организацию эффективного взаимодействия «учитель – ученик» в дистанционной системе. Рекомендации получены на основе анализа работы экспериментальных дистанционных групп, занимающихся на курсе «Основы трехмерного моделирования» в Детско-юношеском компьютерном центре Университета ИТМО.

Ключевые слова:

методика обучения трехмерному моделированию, дистанционное обучение, дополнительное образование детей.

Lokalov Vladimir Anatolyevich

PhD in Education Science, Associate Professor,
Senior Lecturer, School of Software Engineering
and Computer Systems,
Saint Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics

Konstantinova Yulia Olegovna

Engineer, School of Software Engineering
and Computer Systems, Saint Petersburg
National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics

Klimov Igor Viktorovich

Senior Lecturer, School of Software Engineering
and Computer Systems,
Saint Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics

Mironov Andrei Sergeyevich

Tutor, School of Software Engineering
and Computer Systems,
Saint Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics

THE PROVISION OF 3D MODELING DISTANCE LEARNING IN THE CHILD SUPPLEMENTARY EDUCATION SYSTEM

Summary:

The need to provide 3D modeling distance learning in the child supplementary education system is determined by its growing popularity among school students and the importance of promoting techniques focused on the development of students' spatial and project-related abilities. On the one hand, 3D modeling distance learning arrangements proposed by the authors bring maximum benefit to distance learning technologies. On the other hand, these arrangements minimize the differences between full-time and distance learning. It is concluded that distance learning should be provided as a real-time process based on video conferencing integrated into the LMS. The authors make a set of practical recommendations on effective teacher-student interaction in a distance learning system. The recommendations are based on the analysis of pilot distance groups who take a course in the Basics of 3D Modeling at the Children and Youth Computer Center of the Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.

Keywords:

3D modeling teaching technique, distance learning, supplementary education of children.

В настоящее время технологии трехмерного моделирования являются одним из самых популярных направлений в системе дополнительного образования детей. Их востребованность связана не только с тем, что трехмерная графика, как правило, ассоциируется у детей с любимыми фильмами, компьютерными играми и мультфильмами, но и с возрастающим пониманием родителей того, что изучение технологий трехмерного моделирования способствует развитию ребенка, а также дает ему возможность познакомиться с рядом профессий, где требуются данные навыки. Согласно экспертным оценкам, трехмерная графика выступает одним из направлений, с которым связаны профессии будущего [1]. Ряд в том числе наших исследований показал, что обучение трехмерному моделированию содействует формированию инженерных компетенций [2], а также развитию пространственных и проектных способностей [3].

Повышение спроса на образовательные направления, связанные с трехмерным моделированием, и ограниченные возможности очного дополнительного образования удовлетворить этот спрос объективно приводят к необходимости поиска эффективных дистанционных форм обучения в данных областях. При этом очевидно, что качество методики дистанционного образования может быть оценено по крайней мере по двум критериям. Первый из них – насколько методика может воспроизвести результативные способы очного обучения, второй – в какой мере в ней могут быть использованы преимущества компьютерных средств обучения [4].

Указанные критерии приводят к выводу, что в качестве исходных данных для выбора технологических и методических решений необходимо рассматривать опробованные на практике методики очного обучения трехмерному моделированию, их этапы и особенности, касающиеся в первую очередь взаимодействия «учитель – ученик». Возможности реализации этих способов в дистанционной форме, равно как и подходы к их совершенствованию с помощью информационных и компьютерных технологий, могут быть положены в основу модели, согласно которой будет организован дистанционный образовательный процесс [5].

На сегодняшний день дистанционное обучение в системе дополнительного образования чаще всего предусматривает следующие технологии:

- массовые открытые онлайн-курсы (MOOCs – Massive Open Online Courses);
- системы управления обучением (LMS – Learning Management System);
- системы, основанные на конференц-связи.

Каждая из этих технологий, с одной стороны, имеет свою специфику организации взаимодействия «учитель – ученик», а с другой – предоставляет набор инструментальных средств, используя который можно получить ряд технологических преимуществ по сравнению с очным обучением, в том числе:

- организовать мониторинг образовательного процесса и управление им;
- совершенствовать средства обучения;
- автоматизировать учебный процесс.

Необходимо оценить возможности реализации и совершенствования очных методик подготовки школьников по основам трехмерного моделирования в дистанционной форме при использовании перечисленных технологических решений. Данный анализ позволит предложить оптимальный способ организации дистанционного обучения по обозначенному направлению, а также сформулировать некоторые рекомендации, вытекающие из его специфики.

Обучение школьников трехмерному моделированию и технологии дистанционного обучения

Какой бы познавательный процесс мы ни рассматривали, его организацию всегда можно описать как суперпозицию двух основных типов взаимодействия преподавателя и учащегося. К первому следует отнести все педагогические ситуации, в которых активность детей определяется внешним направленным обучающим воздействием. Например, преподаватель дает инструкцию, а учащийся ее выполняет. Затем педагог проверяет работу и в зависимости от результата выдает следующую инструкцию и т. д. Такая организация отражает систему управления учебным процессом, основанную на использовании оперативной обратной связи. Она характерна для методов программированного обучения, психологической базой которых является теория бихевиоризма [6].

Второй тип взаимодействия исключает направленное воздействие и ориентирован на *познавательную активность* школьников, которые должны самостоятельно организовывать свой учебный процесс. Роль преподавателя состоит в том, что он проектирует и создает обучающую среду. После этого он может быть вообще исключен из учебного процесса до тех пор, пока не возникнет необходимость скорректировать эту среду. Текущий контроль усвоения знаний, умений и навыков, а также оценку сформированности компетенций в данном случае вынуждены брать на себя учащиеся. Часто этот надзор организуется как взаимоконтроль: те учащиеся, которые уже освоили учебный материал, проверяют еще находящихся в процессе обучения.

При очной форме на компьютерных курсах в системе дополнительного образования детей преимущественно используется первый тип взаимодействия, поскольку познавательная активность школьников в общей массе не очень высока. Даже те дети, которые обладают высокой мотивацией к обучению, не имеют возможности (хотя бы поскольку не понимают, что такое профессиональное действие, и не знают законы его формирования) грамотно организовать этапы своего профессионального развития в области трехмерного моделирования.

Как показывает наш опыт, детей, которые самостоятельно изучали трехмерное моделирование, приходится переучивать, поскольку их неправильные подходы к решению задач и приемы разработки трехмерной модели часто сформированы на уровне навыка. Основными дефектами самообучения трехмерному моделированию являются следующие:

- 1) отсутствие этапа проектирования или как минимум предварительного обдумывания способа решения задачи;
- 2) непонимание критериев качества результирующей модели, в частности тех требований, которым должно соответствовать ее полигональная сетка;
- 3) отсутствие требуемого уровня развития критического мышления и, как следствие, непонимание необходимости заниматься вопросами оптимизации и эффективности.

Как правило, учащийся, предоставленный сам себе, действует по принципу «что знаю, тем и пользуюсь, пока этим можно пользоваться». Например, освоив операцию Boolean, школьник применяет ее во всех случаях, несмотря на то что данная процедура часто приводит к появлению некорректной сетки или к несимметричной форме.

Организация курсов на основе **MOOCs** преимущественно построена на втором типе взаимодействия. Главная функция преподавателя – подготовить качественные учебные материалы и контрольные задания. Несмотря на то что порядок изучения учебного курса формально регламентируется этими материалами, система не может управлять активностью учащихся в реальном времени и корректировать ее при необходимости. Обычно MOOCs организуются так, чтобы на одном курсе могли учиться тысячи человек, поэтому преподаватель (автор курса) должен быть практически исключен из учебного процесса. Этого можно достичь, если операции контроля некоторого этапа обучения осуществляются автоматически или к проверке привлекаются оценщики из числа учащихся, которые уже успешно прошли данный этап. Адекватность такого способа проверки знаний не может не вызывать больших сомнений.

Поступая на курс, построенный по типу MOOCs, учащийся получает информацию о том, каковы цели курса, а также о том, сколько времени примерно нужно затратить, чтобы изучить его. По мере прохождения ему становятся доступны все новые и новые основные и дополнительные учебные материалы в виде обучающих видео и текста. Каждый этап, как правило, заканчивается тестом или практической работой. Однако поэтапная организация учебного процесса совсем не гарантирует адекватного усвоения учебного материала хотя бы потому, что контролируются только промежуточные результаты и не имеется никакой возможности проверить *способ* их получения. Даже если школьник добросовестно попытается все выучить и запомнить, высока вероятность усвоения им неправильных учебных действий и ложных рассуждений, которым случайно соответствовал правильный ответ. Причиной этого могут быть как неадекватная оценка собственной начальной подготовки, так и несовершенство, негибкость предлагаемой методики, в которой принципиально отсутствуют механизмы оперативной настройки на индивидуальные особенности восприятия учебного материала учащимся.

В качестве типового примера, подтверждающего данные рассуждения, рассмотрен один из курсов по трехмерному моделированию, построенный по типу MOOCs и позиционируемый как курс для начинающих [7]. Взаимодействие «учитель – ученик» осуществляется в нем с помощью отзывов учащихся, в которых отображается их оценка качества программы. В силу влияния объективных и субъективных факторов, таких как уровень подготовки, степень развития критического мышления, а также качество самих видеуроков, эти оценки могут существенно различаться. В частности, многие пользователи отмечают полное отсутствие гибкости и индивидуального подхода к обучающимся. Некоторые школьники жалуются на то, что темп курса очень медленный и скучный для них. Другие пишут о том, что не все моменты понятны и им приходилось искать информацию в других источниках. Очевидно, что на оценку курса в целом значительно воздействует способ организации текущего и итогового контроля, который в рассматриваемом курсе обеспечивается путем самоконтроля (учащиеся могут сравнивать свои действия с работой преподавателя на видео и сверять результаты на всех этапах формирования модели), а также автоматически с помощью двух тестов в рамках курса.

Исходя из нашего опыта преподавания основ трехмерного моделирования школьникам в системе довузовской подготовки, практически на каждом этапе упомянутого курса учащийся может столкнуться с проблемами непонимания или совершить критическую ошибку, которая при

отсутствии поддержки преподавателя может стать непреодолимым препятствием на пути изучения программы или, что хуже, привести к потере желания изучать трехмерное моделирование.

На первом этапе изучения данного курса проблемные моменты могут быть связаны с установкой версии программы Blender (в ряде уроков обучение ведется на версиях 2.77 и 2.79, что может также внести путаницу). Затем некоторые могут делать ошибки из-за того, что не понимают, что такое проекции, поскольку по тем или иным причинам не изучали черчение в школе. Сложности способна вызвать также работа со слоями. В практике очных занятий после случайного нажатия горячей клавиши и перехода на пустой слой учащиеся видят, что все объекты исчезают. Этот факт приводит их в ступор и вызывает мысли о том, что вся работа потеряна. Анализируя рассматриваемый курс, можно указать еще на ряд проблемных моментов, которые связаны с погрешностями самой методики преподавания, в частности с очевидными ошибками педагога. В очной форме большинство из них можно заметить сразу (иногда даже учащиеся их видят) и оперативно исправить. Однако МООСs для внесения корректив должен быть выполнен технологический цикл (обнаружение ошибки, исправление в сценарии, затем в видеоматериалах, выкладывание видеоматериалов). Учитывая массовость аудитории и время, необходимое для выявления и коррекции ошибок, можно столкнуться с тем, что значительное число школьников будет неправильно обучено, а кто-то вообще потеряет к трехмерному моделированию всякий интерес.

Для минимизации указанных сложностей некоторые авторы предлагают использовать МООСs только как вспомогательный инструмент, который будет способствовать мотивации школьников [8]. Этот подход реализован в так называемой модели «перевернутого класса», согласно которой учащиеся просматривают видеуроки по заданной теме перед очными занятиями, проходящими в классе. На последних они выполняют практические задания по просмотренным видеоматериалам. При этом школьники могут столкнуться с рядом трудностей, связанных с непониманием учебного видеоматериала, увиденного накануне. Однако благодаря присутствию преподавателя на практическом уроке данные проблемы могут быть решены. Использование моделей обучения обозначенного типа свидетельствует о том, что системы дистанционного обучения обязательно должны включать в себя средства организации обратной связи, позволяющие педагогу максимально оперативно реагировать на неправильные учебные действия и вопросы школьников.

В отличие от МООСs системы управления обучением (LMS), например Moodle, предоставляют преподавателю следующие возможности:

- организовывать разные типы коммуникаций с учащимися;
- включать в учебный процесс необходимые средства электронного обучения и контроля, в том числе обучающие программы и тесты;
- осуществлять мониторинг учебного процесса, в частности отслеживать посещаемость информационных ресурсов, следить за успеваемостью и т. п.;
- быстро адаптировать структуру и содержание учебных материалов под текущие потребности учащихся.

Указанные преимущества, безусловно, можно и *нужно* использовать при обучении трехмерному моделированию. Однако подчеркнем, что организация курса (структура модулей, обеспечение обратной связи, алгоритм взаимодействия «учитель – ученик») будет существенно зависеть от планирования. Например, для того чтобы школьник мог осваивать материалы курса в индивидуальном темпе, целесообразно обеспечить его взаимодействие с педагогом по асинхронному принципу, при котором обучаемый может выполнять задание столько времени, сколько ему требуется. В этом случае существует риск, что если процесс слишком затянется, то у учащегося может пропасть внутренняя мотивация и курс не будет пройден полностью. Определение четких временных границ, применение видео для объяснения учебных материалов и исключение преподавателя из педагогического процесса фактически превратят курс в МООСs, при этом ряд преимуществ LMS будет потерян.

Поэтому преподавателю, выбравшему ту или иную LMS в качестве основной технологии для дистанционных курсов по трехмерному моделированию, необходимо научиться максимально использовать ее гибкость, которую, в частности, поддерживает интерфейс LTI (Learning Tools Interoperability). Он позволяет предоставлять доступ учащимся к разнообразным образовательным инструментам – обучающим программам, тестам и пр. [9], а также импортировать полученные результаты, причем внедрения этих инструментов в среду LMS не требуется.

Как уже сказано, необходимым условием создания дистанционных курсов для школьников является использование таких технологий, которые обеспечивают организацию оперативной обратной связи между преподавателем и учащимися. Поэтому при выборе LMS следует отдавать предпочтение тем системам управления обучением, в которых существует возможность предусмотреть взаимодействие учеников с указанными инструментами как со структурными элементами дистанционного курса в LMS.

Наиболее распространенной технологией, которая позволяет обеспечить аудио- и видео-коммуникации между преподавателем и учащимися в режиме реального времени, является **видео-конференц-связь** [10]. Вне зависимости от выбора конкретной платформы она дает возможность минимизировать различия процесса очного и дистанционного обучения трехмерному моделированию, поскольку данное технологическое решение:

- создает эффект присутствия на занятии за счет того, что учитель и ученик могут видеть друг друга;
- позволяет преподавателю демонстрировать образец действия в среде программы по трехмерному моделированию;
- дает возможность учащемуся сразу задать преподавателю вопрос или сообщить о какой-то проблеме (при этом педагог может посмотреть на рабочий экран школьника и попробовать оперативно отреагировать);
- позволяет преподавателю (по необходимости) продемонстрировать презентацию или обучающий видеоролик.

Таким образом, наилучшим **технологическим решением** для организации дистанционного курса по трехмерному моделированию является совместное использование двух технологий: LMS-системы и видео-конференц-связи, которая должна быть в той или иной степени интегрирована с LMS.

Организация дистанционного занятия по трехмерному моделированию в режиме видеоконференции

Реализация технологического решения

На первый взгляд, оптимальным технологическим решением для дистанционных курсов по трехмерному моделированию является система BigBlueButton, которую можно использовать как стандартное расширение LMS Moodle начиная с версии Moodle 3.7.3. В частности, эта конфигурация реализована в облачном сервисе Moodle. Наряду с такими достоинствами BigBlueButton, как, например, возможность организации отдельных групп для взаимодействия учащихся и удобное управление их ролями, у данной системы имеется и ряд существенных недостатков, прежде всего отсутствие возможности оперативного мониторинга действий школьников за компьютером. Чтобы посмотреть, на каком этапе разработки 3D-модели находится тот или иной учащийся или ответить на его вопрос по интерфейсу, необходимо сделать этого обучаемого ведущим. Кроме того, качество трансляции действий на экране в бесплатной версии BigBlueButton оставляет желать лучшего.

Несмотря на это, применение самой среды LMS Moodle в паре с какой-либо другой технологией видео-конференц-связи кажется достаточно удачным решением. Такие характеристики LMS Moodle, как распространенность, гибкость, модульность, расширяемость, разнообразие встроенных инструментальных средств, возможность мониторинга активности пользователей, а также поддержка основных спецификаций дистанционного обучения (SCORM, Common Cartridge, LTI), делают ее перспективной с точки зрения взаимодействия с другими обучающими инструментами и системами.

Для реализации второй части указанного технологического решения проанализированы функции нескольких систем, обеспечивающих видео-конференц-связь: Skype, Hangouts, Freeconference, MyOwnConference и др. Поскольку преподаватель по трехмерному моделированию должен управлять учебным процессом и контролировать действия учащихся в интерфейсе анализируемого инструментального средства, в первую очередь оценивалось, обеспечивает ли каждая из обозначенных систем данную функцию. Кроме того, при выборе видео-конференц-связи принципиально важно было учесть, насколько легко можно войти в нее из среды LMS Moodle, поскольку эта процедура иногда вызывает трудности у школьников.

Система MyOwnConference и подобные ей были сразу отклонены, поскольку в них существует ограничение по числу пользователей, которые могут транслировать свой экран (в минимальной конфигурации MyOwnConference это число равно трем). Кроме того, пришлось отказаться от использования программ типа Skype или Hangout, которые, конечно, позволяют создавать групповые видеочаты, чьи участники могут транслировать свои рабочие столы, но чтобы присоединиться к таким чатам, учащиеся должны обязательно пройти предварительную регистрацию. Кроме того, в видеочатах все участники равноправны. Поэтому нельзя наделить кого-либо правами, позволяющими ему выполнять функцию *учителя*, т. е. дающими возможность организовывать направленный познавательный процесс, а также регулировать проблемные моменты, возникающие во время дистанционного занятия (в том числе касающиеся соблюдения правил поведения во время занятия).

В итоге была выбрана система видео-конференц-связи FreeConference [11]. Она поддерживает до 100 онлайн-соединений (в бесплатной версии 5 соединений, которых вполне хватает

для обучения небольшой группы). У преподавателя как модератора конференции есть возможность настройки способа взаимодействия участников дистанционного занятия: от режима лекции, где только он может давать кому-либо слово, до свободного общения всей группы. Кроме того, ему в онлайн-режиме доступен просмотр всех рабочих столов обучаемых. Ссылка на конференцию, содержащая идентифицирующий ее пин-код, может быть выложена как интернет-ресурс в LMS Moodle. Поэтому каждый ученик, зашедший в Moodle, может легко присоединиться к дистанционному уроку. К достоинствам FreeConference следует также отнести простой интерфейс и возможность в специальном режиме Draw помечать элементы интерфейса, например при объяснении учебного материала.

Естественно, у FreeConference есть и недостатки, среди которых стоит назвать работу только через браузер Google Chrome или отдельное приложение, а также функция вводить какое угодно персональное имя при входе в систему. Поскольку указанные недочеты являются несущественными, они никак не смогли повлиять на выбор системы видео-конференц-связи при обучении трехмерному моделированию.

Требования к рабочему месту учащегося и преподавателя

Специфика изучения трехмерного моделирования предъявляет особые требования к организации рабочего места учащегося и преподавателя. Прежде всего на компьютерах должна нормально функционировать последняя версия изучаемой программы трехмерного моделирования (например, Blender). Для этой программы необходим компьютер, к которому предъявляются следующие минимальные аппаратные условия: двухъядерный процессор (32-bit с частотой 2 ГГц и набором инструкций SSE2), оперативная память 4 Гб, графическая видеокарта с поддержкой OpenGL 2.1 с 1 Гб ОЗУ, 500 Мб свободного места на жестком диске. Кроме того, компьютер должен быть укомплектован монитором с поддержкой разрешения 1280 × 1024 и глубиной цвета 24 бита, трехкнопочной мышью и клавиатурой. Кроме программы трехмерного моделирования, на нем следует установить Google Chrome. Не обязательно, но желательно иметь два монитора как преподавателю, так и каждому из учащихся. Школьники на одном мониторе смотрят объяснение, на другом выполняют задание. Педагог использует один монитор для трансляции образцов выполнения действия или обучающих материалов, а с помощью второго управляет учебным процессом и контролирует действия обучаемых, в частности следит за тем, что происходит у них на рабочих столах. Как вариант отображения необходимой визуальной информации на стороне учащегося можно рассматривать один большой монитор диагональю минимум 20 дюймов или комбинацию смартфон (планшет) и экран компьютера меньшего размера. На смартфон (планшет) можно транслировать объяснение, а экран компьютера применять для работы в редакторе. У учащегося и преподавателя должны быть наушники с микрофоном и веб-камера, а также средства оцифровки эскизов проектов, выполненных вручную (как минимум камера смартфона). Скорость интернет-соединения должна обеспечивать нормальный обмен видеоданными с системой FreeConference.

Методика проведения занятий

Поскольку предлагаемая аппаратно-программная конфигурация дистанционного обучения, как правило, непривычна для большинства изъявивших желание дистанционно обучаться трехмерному моделированию, требуется некоторый **подготовительный этап (ознакомительное индивидуальное занятие)**, когда каждый из школьников должен познакомиться с особенностями дистанционного обучения с помощью видеоконференции. Эта стадия необходима, чтобы в дальнейшем свести к минимуму основные проблемы, которые потенциально могут возникнуть на следующих занятиях.

В частности, на ознакомительном уроке учащиеся должны освоить способ подключения к FreeConference через ссылку в LMS Moodle, проверить, соответствует ли скорость соединения минимальным требованиям, а также изучить самые необходимые операции в интерфейсах LMS и видеоконференции. На этом же этапе преподаватель объясняет следующие компоненты:

- базовые операции дистанционного взаимодействия, такие как настройка наушников и веб-камеры;
- операции, позволяющие показать свой экран педагогу, а также посмотреть экраны других участников;
- ряд сложных моментов, с которыми могут столкнуться школьники, например почему может «фонить» микрофон и возникать эффект эхо или как поменять каналы оборудования (колонки на наушники).

На вступительном занятии преподавателю целесообразно также визуально познакомиться с учащимся с помощью установленной и настроенной веб-камеры, объяснить правила поведения во время дистанционного урока. В личном диалоге он должен выяснить интересы школьника, а также уровень его мотивации.

Настроенную видео-конференц-связь далее можно использовать для более углубленного знакомства со средой LMS Moodle, с помощью которой учащийся, в частности, будет сдавать работы и проходить тесты. В этой среде он также должен научиться находить размещенные преподавателем информационные материалы и пособия, необходимые для выполнения домашних заданий и реализации другой самостоятельной деятельности между онлайн-сессиями.

В отличие от первого занятия, которое должно проводиться индивидуально, все *следующие уроки* являются групповыми. Преподавателю предварительно необходимо спланировать процесс работы с группой, изучающей основы трехмерного моделирования, в частности продумать следующее:

- алгоритм поддержки постоянного контакта с учащимися;
- способы управления учебным процессом (в том числе вниманием, действиями школьников);
- приемы объяснения учебного материала;
- методы контроля текущих внимания, мотивации, правильности выполнения операций, а также полученного продукта.

Технические возможности конференц-связи позволяют реализовать различные схемы взаимодействия с группой. Выбор той или иной методики должен делать преподаватель, исходя из целей обучения, своих индивидуальных особенностей, а также из личностных характеристик учащихся, входящих в учебную группу.

Например, использование веб-камеры при обсуждении трудностей, возникших в процессе самостоятельного выполнения заданий (в частности, домашних), имитирует личное общение и усиливает эффект присутствия, что дает возможность учащемуся почувствовать внимание со стороны преподавателя, а также при необходимости получить от него психологическую поддержку. Однако такой способ общения может быть психологически некомфортным для некоторых участников. Тогда педагогу следует разобраться в причинах (неуверенность в себе, отсутствие мотивации и пр.) и скорректировать общую схему взаимодействия с группой.

Методы и приемы объяснения на дистанционном курсе «Основы трехмерного моделирования» определяются, с одной стороны, спецификой учебного материала, а с другой – возможностями используемых дистанционных технологий. Отметим, что цель курса не сводится к освоению базовых инструментальных операций в среде 3D-редактора. В результате его изучения у школьников должна быть сформирована система умственных действий, позволяющая:

- анализировать геометрическую форму (если моделируется реальный объект) с точки зрения ее структуры и функциональности;
- проектировать новую форму (если так поставлена задача);
- проектировать трехмерную композицию;
- планировать оптимальную последовательность инструментальных действий, учитывая специфику такого виртуального материала, как полигональная сетка и возможности 3D-редактора.

Исходя из этого, практически каждое учебное занятие нужно начинать с **постановки задачи** и осознания учащимися актуальности ее решения в контексте формирования будущих профессиональных навыков. При необходимости для дополнительной мотивации преподаватель может показывать учащимся *образец решения* аналогичной задачи.

Далее должны проводиться анализ поставленной задачи и обсуждение путей ее решения. Формы такого процесса и дистанционное взаимодействие между преподавателем и учащимися принципиально зависят от ступени обучения трехмерному моделированию. Как мы отмечали ранее, если на *начальной* стадии при решении простых задач педагог может ограничиться только голосовыми опросами по поводу того, как можно решить задачу, то в дальнейшем при переходе к сложным упражнениям в занятие обязательно должен быть включен **этап проектирования** [12]. В условиях очного обучения на этой стадии школьники выполняют проекты вручную на бумаге с помощью карандаша. При дистанционном обучении они могут оцифровывать свои проекты, а затем демонстрировать их на экране монитора и (или) загружать на проверку в LMS Moodle.

Дистанционная методика работы над проектом (под руководством преподавателя) будет существенно зависеть от того, нужно ли учащемуся сделать трехмерную модель *существующего* объекта или спроектировать *оригинальный* объект. В первом случае педагог может воспользоваться фотографией реального объекта и, отмечая в режиме Draw элементы его геометрической формы, обсудить с учащимися процесс формообразования. Во втором случае он должен рассказать о средствах обеспечения функциональности или выразительности той или иной геометрической модели. Причем акцент следует делать уже не на показе тех или иных образцов (школьники вольно или невольно могут просто их скопировать), а на анализе проектных эскизов учащихся. Обучаемые должны сначала их сделать, а затем, отобразив на своем экране, поделиться изображениями друг с другом и с преподавателем.

Согласно теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина [13], внешняя материальная форма действия (в нашей ситуации процесс создания проекта в виде эскиза) может постепенно трансформироваться в соответствующую внутреннюю форму. Это означает, что со временем учащиеся смогут научиться создавать проект в уме. В таком случае потребуется изменить способ контроля проектных способностей с прямого (проверка эскиза проекта) на косвенный. Как мы указывали в предыдущем исследовании, одним из механизмов подобного контроля уровня развития проектных способностей является анализ ряда показателей инструментальных действий учащегося в 3D-редакторе [14]. Для этого можно использовать исходные данные, полученные с помощью видеозаписи конференции – встроенного функционала системы FreeConference.

Практически на каждом занятии после постановки задачи и проектирования идет **этап моделирования непосредственно в среде 3D-редактора**, когда преподаватель демонстрирует инструментальные операции, которые учащиеся должны выполнить, чтобы реализовать проект. На этой же стадии может быть обосновано применение новых инструментов и показаны способы их использования.

В условиях очного обучения педагог и учащиеся обычно действуют синхронно: на экране проектора отображаются операции, а ученики на своих компьютерах их повторяют. Использование FreeConference дает возможность усовершенствовать этот процесс, поскольку после того как преподаватель показал несколько операций, у него есть время для контроля их выполнения школьниками. В случае оригинальных проектов (включая творческие задания), реализуя которые учащиеся должны работать преимущественно самостоятельно, педагог может осуществлять мониторинг их активности, оказывая им помощь при необходимости.

На завершающем этапе дистанционного занятия учащиеся должны продемонстрировать и обсудить результаты, а также получить домашнее задание по пройденной теме. Выполненные задания нужно не только сохранять на локальном компьютере, но и загружать в LMS Moodle. После урока преподавателю следует проанализировать и оценить представленные работы, чтобы на основании этой оценки принять решение о целесообразности или нецелесообразности внесения изменений в методику дистанционного занятия.

Практическое внедрение

Предложенный способ организации дистанционного обучения трехмерному моделированию школьников реализован в Детско-юношеском компьютерном центре (ДЮКЦ) Университета ИТМО [15]. Создание дистанционных групп по основам трехмерного моделирования было связано с большим количеством заявок на этот курс и отсутствием возможности принять всех желающих на очное обучение. Из числа согласившихся изучать трехмерное моделирование в дистанционной форме осуществлен набор в экспериментальные группы.

С каждым из учащихся проведено организационное индивидуальное занятие. На первом групповом дистанционном уроке выяснилось, что у ряда школьников (11–12 лет) возникли проблемы с пониманием того, как перемещать, ориентировать и позиционировать трехмерный объект по его проекциям в виртуальной среде 3D-редактора. Данное обстоятельство привело к необходимости выделить из экспериментальных групп участников, которые испытывали трудности, и провести с ними дополнительные занятия. Это позволило выровнять общий уровень подготовки дистанционных групп. Эксперимент показал, что на подготовительном этапе целесообразно тестировать пространственные способности учеников и в зависимости от результатов корректировать методику обучения или комплектовать группы членами с более или менее одинаковыми критериями теста.

В процессе обучающего эксперимента опробованы описанные механизмы взаимодействия преподавателя с учащимися и оценена их эффективность. Отмечено, что в группах более 6–7 человек эффективность взаимодействия снижается. Предельное число участников, которое не оказывает заметного влияния на качество обучения, во многом зависит от уровня подготовки преподавателя, четкости его действий, а также от таких характеристик его внимания, как распределенность и объем.

Педагоги, занимающиеся с экспериментальными группами, отметили ряд преимуществ дистанционного обучения по сравнению с очным. В частности, текущий контроль действий они оценивали как более удобный, поскольку для его осуществления надо просто отобразить экран учащегося, а не тратить время на то, чтобы подойти к рабочему компьютеру и рассмотреть состояние инструментальной среды 3D-редактора.

Также обозначено еще одно преимущество дистанционной формы – более организованный характер взаимодействия участников группы. Когда учащиеся помогают друг другу или оценивают чужие работы, у них нет повода для ненужной двигательной и речевой активности (шума, беготни), которая обычно наблюдается в классе в аналогичных ситуациях.

Учебные результаты школьников, прошедших дистанционное обучение по программе «Основы трехмерного моделирования» (выполненные проекты, контрольные работы и модели, разработанные самостоятельно), свидетельствуют о том, что указанная программа была освоена полностью. В целом можно констатировать, что предложенный способ организации удаленных занятий позволяет реализовать учебный процесс, который максимально приближен к очному обучению. Положительные результаты говорят о возможности использования полученного опыта для преподавания других дисциплин ИТ в дистанционной форме.

Ссылки:

1. За какими отраслями будущее ИТ-сферы? Куда идти, чтобы быть уверенным в завтрашнем дне? [Электронный ресурс] // Tproger. 2018. 21 янв. URL: <https://tproger.ru/experts/29> (дата обращения: 24.01.2020).
2. Guznenkov V. Information Technologies in Graphic Disciplines of Technical University // *Geometry & Graphics*. 2013. Vol. 1, no. 3. P. 26–28. <https://doi.org/10.12737/2128>.
3. Lokalov V.A., Klimov I.V., Makhlay D.O. Developing Design Skills in Teaching 3D Modeling at the Pre-University Level // 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'18). València, 2018. P. 743–750. <https://doi.org/10.4995/HEAD18.2018.8077>; Makhlay D.O., Lokalov V.A., Klimov I.V. The Development of Visual Thinking in Learning Computer 3D Modeling // *Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives*. 2014. Vol. 12. P. 72–80.
4. Ni A.Y. Comparing the Effectiveness of Classroom and Online Learning: Teaching Research Methods // *Journal of Public Affairs Education*. 2013. Vol. 19, no. 2. P. 199–215. URL: <https://doi.org/10.1080/15236803.2013.12001730>.
5. Hill Ph. Online Educational Delivery Models: A Descriptive View [Электронный ресурс] // *Educase Review*. 2012. Vol. 6. P. 85–97. <https://er.educase.edu/articles/2012/11/online-educational-delivery-models--a-descriptive-view> (дата обращения: 24.01.2020).
6. Торндайк Э., Уотсон Дж. Бихевиоризм. М., 1998. 704 с.
7. Complete Blender Creator: Learn 3D Modelling for Beginners [Электронный ресурс] // Udemu. 2020. Янв. URL: <https://www.udemy.com/course/blendertutorial> (дата обращения: 24.01.2020).
8. Массовые открытые онлайн-курсы в формировании единого информационного образовательного пространства университета / И.П. Болодурина, В.В. Запорожко, Д.И. Парфёнов, Л.М. Анциферова // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2017. № 10 (210). С. 24–28.
9. LTI@ v1.3 and LTI Advantage [Электронный ресурс] // IMS Global Learning Consortium. URL: <http://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability> (дата обращения: 24.01.2020).
10. Айдынбай Т.Ж., Шуйтенов Г.Ж. Вебинары и видеоконференции в системе дистанционного обучения // *Наука, техника и образование*. 2015. № 4 (10). С. 83–89.
11. Free Conference [Электронный ресурс]. URL: <https://www.freeconference.com> (дата обращения: 24.01.2020).
12. Lokalov V.A., Klimov I.V., Makhlay D.O. Op. cit.
13. Гальперин П.Я. Лекции по психологии: учебное пособие для студентов вузов. М., 2002. 399 с.
14. Lokalov V., Klimov I. Design Skills Assessment in Teaching 3D Modeling // *SHS Web Conferences*. 2019. Vol. 66. Article no. 01013. 6 p. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196601013>.
15. Детско-юношеский компьютерный центр Университета ИТМО [Электронный ресурс]. URL: <http://cccp.ifmo.ru> (дата обращения: 24.01.2020).

References:

- Aidynbai, TZh & Shuitenov, GZh 2015, 'Webinars and Videoconferences in the Distance Learning System', *Nauka, tekhnika i obrazovanie*, no. 4 (10), pp. 83-89, (in Russian).
- Anna Ya Ni 2013, 'Comparing the Effectiveness of Classroom and Online Learning: Teaching Research Methods', *Journal of Public Affairs Education*, vol. 19, no. 2, pp. 199-215, <https://doi.org/10.1080/15236803.2013.12001730>.
- Bolodurina, IP, Zaporozhko, VV, Parfyonov, DI & Antsiferova, LM 2017, 'Massive Open Online Courses in the Creation of a Single Information and Education Space of a University', *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 10 (210), pp. 24-28, (in Russian).
- 'Complete Blender Creator: Learn 3D Modelling for Beginners' 2020, *Udemy*, January, viewed 24 January 2020, <<https://www.udemy.com/course/blendertutorial>>.
- Galperin, PYa 2002, *Lectures on Psychology: a Textbook for University Students*, Moscow, 399 p., (in Russian).
- Guznenkov, V 2013, 'Information Technologies in Graphic Disciplines of Technical University', *Geometry & Graphics*, vol. 1, no. 3, pp. 26-28, <https://doi.org/10.12737/2128>.
- Hill, P 2012, 'Online Educational Delivery Models: A Descriptive View', *Educase Review*, vol. 6, pp. 85-97, viewed 24 January 2020, <<https://er.educase.edu/articles/2012/11/online-educational-delivery-models--a-descriptive-view>>.
- Lokalov, V & Klimov, I 2019, 'Design Skills Assessment in Teaching 3D Modeling', *SHS Web Conferences*, vol. 66, article no. 01013, 6 p., <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196601013>.
- Lokalov, VA, Klimov, IV & Makhlay, DO 2018, 'Developing Design Skills in Teaching 3D Modeling at the Pre-University Level', 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'18), València, pp. 743-750, <https://doi.org/10.4995/HEAD18.2018.8077>.
- 'LTI@ v1.3 and LTI Advantage' 2020, *IMS Global Learning Consortium*, viewed 24 January 2020, <<http://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>>.
- Makhlay, DO, Lokalov, VA & Klimov, IV 2014, 'The Development of Visual Thinking in Learning Computer 3D Modeling', *Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives*, vol. 12, pp. 72-80.
- Thorndike, E & Watson, J 1998, *Behaviorism*, Moscow, 704 p., (in Russian).
- 'What Industries Are the Future of IT? Where To Go To Be Sure About Tomorrow?', *Tproger*, January 21, viewed 24 January 2020, <<https://tproger.ru/experts/29>>, (in Russian).

Редактор: Тюлюкова Мария Олеговна
Переводчик: Куликова Маргарита Александровна