

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ИНСТИТУТ
РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»
(ОГАОУ ДПО «БелиРО»)

ул. Студенческая, д.14, Белгород, 308007
тел. (4722) 34 - 40 - 08, факс (4722)34 - 92 – 81
E-mail: mail@beliro.ru
ОКПО – 59385389 ОГРН – 1023101659602
ИНН/КПП – 3123086109/312301001

**Руководителям органов
управления образованием
муниципальных образований**

23.12.2015 № 1246
На № _____ от _____

**О направлении методических
рекомендаций по изучению
технологии 3D-моделирования в
общеобразовательных учреждениях
Белгородской области**

Уважаемые коллеги!

Направляем Вам для ознакомления педагогических работников подведомственных Вам образовательных организаций методические рекомендации по изучению технологии 3D-моделирования в общеобразовательных учреждениях Белгородской области.

Приложение на 42 л. в 1 экз.

**Ректор
ОГАОУ ДПО «БелиРО»**

Е.Г.Тишина

Е. А. Корнилова
8 (4722) 31-52-76

Приложение
к письму ОГАОУ ДПО «БелИРО»
от 23.12.2015 № 1246

**Департамент образования Белгородской области
ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»**

Корнилова Е. А., Трапезникова И. В., Раевская М. В., Инютина Т. С.

**Методические рекомендации
по изучению технологии 3D – моделирования в общеобразовательных
учреждения Белгородской области**

Белгород, 2015

Содержание

Введение.....	3
1. Актуальность 3D – моделирования для современной школы.....	3
2. Визуальная форма представления информации.....	4
3. 3D – моделирование и цифровое прототипирование.....	5
4. 3D– печать.....	8
5. Применение современных образовательных технологий для реализации 3D – моделирования.....	1
	1
5.1. 3D – моделирование с применением проблемногообучения.....	1
.....	1
5.2. 3D – моделирование с применением теории решения изобретательских задач.....	1
	4
5.3. 3D – моделирование с применением кейс - технологии.....	1
	8
5.4. 3D – моделирование с применением технологии мастерских знаний.....	2
	6
5.5. 3D – моделирование с применением технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся.....	3
	2
5.6. 3D – моделирование с применением игровой технологии....	3
	7
6. Общий порядок и правила техники безопасности при работе по 3D – моделированию.....	3

	9
Список использованной литературы.....	4
	0

Введение

3D - моделирование настолько прочно вошло в жизнь людей, что они сталкиваясь с ним, порой даже не замечают его. Разглядывая интерьер комнаты на огромном рекламном щите, наблюдая, как взрывается самолет в остросюжетном боевике, многие не догадываются, что перед ними не реальные съёмки, а результат работы специалиста 3D - моделирования. Область применения 3D – моделирования необычайно широка: от рекламы и киноиндустрии до дизайна интерьера и производства компьютерных игр. При создании рекламы 3D - моделирование помогает представить продвигаемый товар в наиболее выгодном свете, например, с его помощью можно создать иллюзию идеально белых рубашек, кристально чистой минеральной воды, аппетитно разломленного шоколадного батончика, хорошо пенящегося моющего средства и так далее. В реальной жизни рекламируемый объект может иметь какие-нибудь недостатки, которые легко скрыть, используя в рекламе 3D - моделирование.

3D - моделирование позволяет создавать трехмерные макеты различных объектов (кресел, диванов, стульев и т. д.), повторяя их геометрическую форму и имитируя материал, из которого они созданы. Чтобы получить полное представление об определенном объекте, необходимо осмотреть его со всех сторон, с разных точек, при различном освещении.

1. Актуальность 3D – моделирования для современной школы

В современных условиях быстроразвивающихся информационно-коммуникационных технологий к числу инновационных образовательных технологий целесообразно отнести и технологии 3D – моделирования [19]. Например, в качестве образовательных технологий 3D – моделирование можно применить в следующих случаях:

- проведение 3D – уроков и 3D – лекций;
- 3D – моделирование наиболее сложного физического или химического эксперимента учителем или программистом;
- создание обучающимися собственных 3D – моделей, 3D – изображений или 3D – роликов.

Применение в школе технологий 3D – моделирования способствует:

- развитию творческих способностей обучающихся;
- профориентации обучающихся на инженерные и технические специальности;
- развитию познавательного интереса у обучающихся;
- улучшению восприятия учебного материала обучающимися;
- концентрации внимания обучающихся на учебном материале;
- организации внеурочной деятельности обучающихся по разным направлениям;
- проведению конкурсов и других мероприятий.

2. Визуальная форма представления информации

Информация, представленная в визуальной форме, воспринимается легче, при этом сложные информационные структуры и взаимосвязи осознаются за более короткий промежуток времени, в большем объеме и с меньшими искажениями по сравнению с прочими используемыми методами.. Суть 3D – моделирования в том, что проектировщик разрабатывает геометрическую модель в ее естественном наглядном виде, а построение чертежа объекта выполняется на завершающем этапе, в значительной степени в автоматическом режиме, предусмотренном графическими редакторами современных пакетов.

Тем, кто впервые начинает работу по трехмерному моделированию, необходимо поупражняться с двухмерными построениями, ознакомиться с

особенностями ввода координат и параметров строящихся объектов. Необходимо выработать свой стиль работы, который будет наиболее рациональным и быстрым.

3. 3D – моделирование и цифровое прототипирование

Применение новейших технологий 3D-моделирования и прототипирования, а также использование современных фотополимерных материалов при изготовлении прототипов элементов оборудования с недавнего времени становится актуальной темой. Интерес к изучению указанных технологий, материалов объясним возможностью получения разработанных в различных графических программных продуктах 3D-моделей с последующим проведением над ними предварительных всесторонних натуральных испытаний и использованием в учебном процессе. При помощи использования технологий быстрого прототипирования, возможно получение макета достаточно сложной конфигурации, при этом процесс получения объектов является безопасным за счет использования безвредных материалов, которые поставляются в герметичных, готовых к установке картриджах. Качество печати, материал и тип поверхности устанавливаются при создании задачи на высокотехнологичном устройстве (3D-принтере). Полученный таким способом прототип может быть проанализирован с позиции соответствия заданным эксплуатационно-техническим характеристикам и исследован на прочность, надежность. В рамках работы по 3D – моделированию обучающиеся получают базовые навыки 3D- моделирования, быстрого прототипирования оборудования и его элементов, практические навыки работы с высокотехнологичным устройством [8].

Для 3D - моделирования используются специальные программы, которые называются редакторы трехмерной графики, или 3D- редакторы. Результатом работы в любом редакторе трехмерной графики является

анимационный ролик или статическое изображение, просчитанное программой. Чтобы получить изображение трехмерного объекта, необходимо создать в программе его объемную модель.

В системах 3D – моделирования используются три типа геометрических моделей конструируемых объектов: каркасные (проволочные), поверхностные и твердотельные. Исторически первыми появились каркасные модели. Конструктивными элементами каркасной модели являются ребра и вершины. Основное преимущество каркасных моделей — простота, но с их помощью можно моделировать ограниченный класс объектов с использованием в качестве аппроксимирующих поверхностей плоскостей и поверхностей второго порядка. При использовании таких моделей возможны различные интерпретации одной модели, поскольку известны только ребра и вершины. В современных системах 3D – моделирования каркасные модели используются при отображении конструируемых объектов как один из методов визуализации. Поверхностная модель кроме вершин и ребер содержит грани (прямоугольные или треугольные), необходимые для аппроксимации поверхностей. Поверхностная модель позволяет описывать иногда достаточно сложные поверхности. Такую возможность часто добавляют к каркасным моделям для описания поверхностей изделия, которые невозможно автоматически определить по каркасной модели. Однако такая гибридная модель (каркасная плюс поверхностная) не обеспечивает однозначности, которая позволяла бы определить, ограничивают ли заданные поверхности некоторый объем. Поверхностная модель во многих случаях соответствует нуждам промышленности (авиационная промышленность, машиностроение, автомобилестроение, энергетическое машиностроение и т. д.) при описании сложных форм и работе с ними. Возможны различные виды задания поверхностей (плоскости, поверхности вращения, линейчатые поверхности). Используются различные математические модели аппроксимации поверхностей (методы Кунса, Безье, В-сплайны). Около десяти лет назад поверхностное моделирование являлось

основным видом описания объектов в большинстве систем геометрического моделирования. Сейчас ситуация меняется буквально на глазах — на смену традиционным системам автоматизированного проектирования приходят интегрированные CAD/CAM/CAE-системы, у которых функциональные возможности геометрического ядра настолько развиты, что позволяют формировать твердотельные модели, ограниченные произвольными криволинейными поверхностями. Наиболее известные коммерческие ядра твердотельного геометрического моделирования для CAD\CAM\CAE-систем — ACIS (SpatialTechnology) и Parasolid (UnigraphicsSolutions). Конструктивными элементами твердотельной модели являются вершины, ребра и грани. Грань — это часть поверхности твердого тела, как правило, ограничивается ребрами. Ребро — это линия пересечения соседних граней. Вершина — точка, которой оканчиваются ребра. В большинстве систем геометрического моделирования применяют метод конструктивной твердотельной геометрии. В этом случае объекты собирают из твердотельных базовых элементов и/или элементов тела, полученных кинематическим методом. Самое простое твердое тело в этом случае образуется при движении какого-либо замкнутого контура. Контур может быть плоским или иметь сложную пространственную конфигурацию. Движение может быть поступательным, вращательным или по произвольной траектории. На базе созданных таким образом тел можно создавать новые. Например, можно сгладить ребра, отклонить грани, сложить одно тело с другим и др. В каждом случае остается один объект — твердое тело. Оно обладает такими свойствами, как масса, объем, материал и т.д. Базовые твердотельные элементы могут представлять собой элементарные геометрические фигуры типа прямоугольного параллелепипеда, цилиндра, усеченного конуса, призмы и т.п. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания, пересечения) над объемными примитивами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и так далее) [20].

4. 3D - печать

3DP расшифровывается как Three-Dimensional Printing и переводится как трёхмерная печать. Данная технология является одной из разновидностей систем аддитивного построения изделия по его САД-модели и отличается от многочисленных схожих схем тем, что процесс осуществляется по принципу обычного принтера – через сопла печатающих головок [1]. Таким образом, струйная трёхмерная печать представляет собой естественное продолжение развития технологий обычной 2D-печати. На сегодняшний день она достигла достаточно хороших результатов, например, таких как цветная печать. Впервые идею реализации оборудования, использующего эту схему печати, предложили два студента Массачусетского технологического института Тим Андерсон и Джим Бредт в 1993 году. Именно благодаря им термин 3D-печать распространился по всему миру. И это вполне справедливо, ведь первая модель устройства представляла собой модификацию обычного 2D-принтера. Он использовал вместо чернил специальный клеящий состав, который слой за слоем наносил на поверхность связываемого вещества границы будущего трёхмерного изделия. В 1995 году Тим и Джим организовали фирму Z Corporation, которая и вывела на рынок данную технологию, усовершенствовав её до такой степени, что в 2012 году её пожелала вместе с фирмой приобрести корпорация 3D systems. Под её брендом бывшие модели Z Corporation сегодня продаются по всему миру. Одним из направлений компании ExOne (США) является выпуск 3D - принтеров, которые используют эту же технологию. Эта фирма была основана в 2005 году как дочерняя организация корпорации ExtrudeHoneCorporation [11]. Используя патенты, полученные Андерсоном и Бедтом, они наладили выпуск линейки принтеров, которые сегодня печатают даже металлические изделия. Сегодня специалисты насчитывают более тридцати технологий 3D-печати, которые в том или ином аспекте дублируют друг друга, хотя каждая имеет свои

особенности. Американское общество по испытанию материалов (ASTM International) разделило технологии струйной трёхмерной печати на две категории:

- Materialjetting – разбрызгивание материала;
- Binderjetting – разбрызгивание связующего.

В первом случае через сопла подаётся непосредственно сам строительный материал, который после нанесения отвердевает. Во втором – на тонкий слой гипсового, полимерного или металлического порошка разбрызгивается клеящее вещество. Технология 3DP в своем изначальном виде представляла именно второй способ [12]. Если рассмотреть её подробнее, то печать происходит следующим способом: Камера построения 3D-принтера состоит из двух частей: в первой находится материал, из которого будет «выращиваться» модель, во второй – происходит сам процесс, а именно:

- Для начала в компьютер, подсоединённый посредством Ethernet-кабеля к принтеру, загружается САD-модель, которая «нарезается» на слои, толщиной около 0,1 мм.

- Далее, на специальную платформу роликом наносится тонкий слой порошкообразного материала (гипс, полимеры, песок, металл).

- С помощью печатающей головки происходит распыление связующего вещества (клей, вода, специальная смесь) по координатам границ первого слоя, полученным с компьютера.

- После этого платформа с моделью опускается на толщину слоя вниз, а камера со строительным веществом на такое же расстояние вверх.

- Далее, ролик раскатывает следующий слой и процесс повторяется.

- После окончания 3D-печати изделие извлекают из слоя порошка и тщательно очищают от его остатков.

При изготовлении моделей из металлического порошка добавляется процесс обжига в специальной печи.

При 3D-печати традиционно использовался гипс, а роль связующего вещества в этом случае играла вода. Однако технологии шагнули вперед теперь используют металлы (бронза, медь), песчаные и полимерные смеси. В связующее вещество подмешиваются красители, благодаря чему на таком 3D-принтере становится возможным осуществлять цветную печать. Модели, изготовленные из гипса и полимеров, обладают не слишком высокой прочностью для того, чтобы использовать их в производственном цикле, как пресс-форму, однако, вполне подойдет для быстрой визуализации прототипов различных деталей и изделий. Также она может применяться в различных архитектурных и проектных работах или при изготовлении сувениров.

К недостаткам такой печати:

- Изделия на гипсовой основе довольно хрупкие и могут использоваться только в узкой сфере деятельности. В качестве пресс-формы могут быть использованы только один раз, после чего разрушаются.
- При работе с гипсовыми порошками возникает много пыли, поэтому нужна хорошая вытяжка.

Преимущества такой печати приведены ниже:

- Высокая скорость построения деталей – около 6 мм по высоте в час, при размере рабочей зоны 780 x 400 мм это составит 1780 см куб., что на порядок превосходит лазерные технологии быстрого прототипирования.
- Сравнительно небольшая стоимость расходных материалов.

3DP (Three-Dimensional Printing) – полноцветная печать 3DP имеет замечательные возможности полноцветной печати. С помощью представленной технологии можно не только создавать полноценные разноцветные модели, но и воспроизводить в высоком расширении различные текстуры на поверхности уже созданных моделей. Добиться максимально точной передачи цвета можно благодаря цветовой палитре CMYK, в которой насчитывается порядка 390 000 оттенков.

SLA – StereoLithographyApparatus (стереолитография) – технология 3D-печати, использующая в качестве модельного материала жидкий светочувствительный фотополимер, который отверждается ультрафиолетовым лазерным лучом. Через систему зеркал, последовательно проецируется поперечное сечение детали на поверхность жидкого фотополимера. Смола затвердевает только в месте засвечивания.

5. Применение современных образовательных технологий для реализации 3D – моделирования

5.1. 3D – моделирование с применением проблемного обучения

Технология проблемного обучения – это технология, основанная на решении учебных ситуаций, при котором решаются проблемы, задачи, практически значимые для изучения окружающего мира [18].

Данная технология отвечает требованиям времени: обучать – исследуя, исследовать – обучая.

Схематично технология проблемного обучения представлена на рисунке 1.

Основные задачи, которые позволяет решить проблемное обучение:

- 1) приобретение новых знаний и способов деятельности
- 2) повышение прочности знаний;
- 3) усвоение способов самостоятельной деятельности;
- 4) формирование поисковых и исследовательских умений и навыков;
- 5) развитие познавательных и творческих способностей, критического мышления;
- 6) умение ориентироваться в информационном пространстве.

Задача учителя – направить изучение учебного материала путем ухода от прямого, однозначного ответа на вопросы учеников, от подмены их познавательного опыта своим.

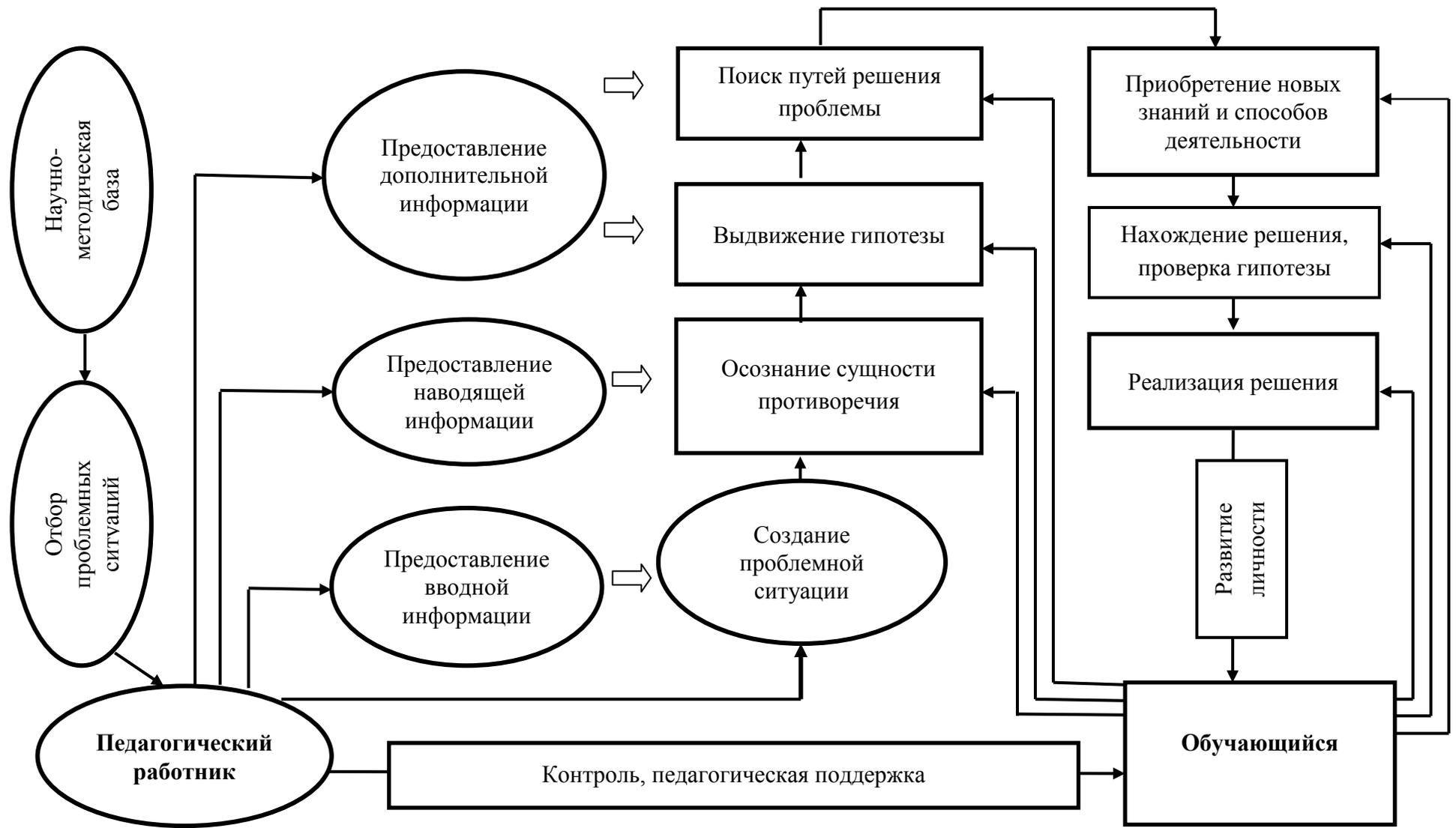


Рис. 1. Схема технологии проблемного обучения.

При применении технологии проблемного обучения проблемные задания имеют, как правило, личностно-развивающий характер и естественно возникают из опыта и потребностей самих обучающихся. Поставив обучающегося в проблемную ситуацию, интересную и для всего класса, учитель получает возможность активизировать механизм его мышления. Включение обучающихся в ходе проблемного занятия в формулирование проблемы, выдвижение гипотез по ее решению – углубляет интерес к самостоятельному процессу познания, открытия истины:

факт → гипотеза → теория → знание (истина).

На этапе выдвижения гипотез необходимо, чтобы обучающиеся научились предлагать свои варианты решений, первоначально анализировать их, отбирать наиболее адекватные, учиться видеть пути их доказательства. Активизация механизма мышления на этом этапе происходит при применении приема размышления вслух, при использовании активизирующих вопросов.

Обучающимся предлагаются тексты из газет, журналов, книг, словарей и так далее по определенной теме и вопросы к ним. По этим материалам организуется работа по группам, парам или индивидуальная, а затем проходит коллективное обсуждение вопросов.

Методы проблемного обсуждения и эвристической беседы предполагают сочетание устного изложения материала учителем и постановку проблемных вопросов, выявляющих личностное отношение учеников к поставленному вопросу, его жизненный опыт, знания, полученные вне школы [13].

Для реализации проблемной технологии необходим:

- отбор самых актуальных, сущностных задач;
- определение особенностей проблемного обучения в различных видах учебной работы;
- построение оптимальной системы проблемного обучения, создание учебных и методических пособий и руководств;

- личностный подход и мастерство учителя, способные вызвать активную познавательную деятельность ребенка

При этом структура обучения следующая:

- создание проблемной ситуации и постановка проблемы;
- выдвижение гипотез, предположений о возможных путях решения проблемы, обоснование их и выбор одной или нескольких;
- опытная проверка принятых гипотез;
- обобщение результатов: включение новых знаний и умений в уже освоенную учениками систему, закрепление и применение их в теории и практике.

Используя проблемные ситуации, создается осознанное затруднение учащегося, преодоление которого требует творческого поиска, заставляет ученика мыслить, искать выход, рассуждать, переживать радость от правильно найденного решения, что способствует развитию активных познавательных интересов к предмету.

Для реализации технологии проблемного обучения на уроках с 3D-моделированием учителю необходимо в начале урока создать проблемную ситуацию, решая которую обучающимся необходимо построить 3D – модель и напечатать её на 3D – принтере.

5.2. 3D – моделирование с применением теории решения изобретательских задач

Изобретатели прошлого и настоящего сталкивались и продолжают сталкиваться с интересными, неоднозначными задачами, которые требуют нестандартных решений. Поиск данных решений – это творческий процесс, который нацелен на создание нового, оригинального продукта, независимо от сферы деятельности человека.

В современных условиях развития общества количество изменений в жизни, происходящих за небольшой отрезок времени, требует от человека

качеств, позволяющих творчески и продуктивно подходить к любым нововведениям[3]. Интеграция инструментов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и возможностей технологий 3D-моделирования призвана решать следующие задачи обучения школьников в условиях реализации ФГОС:

- получение опыта проектирования и моделирования 3D-объектов с использованием техник «развития изобретательства»;
- освоение инструментов решения инженерных задач различного уровня сложности с использованием «приёмов устранения технических противоречий»;
- овладение инструментами учебного исследования, методиками развития «творческого воображения и фантазии».

ТРИЗ представляет собой обобщённый опыт изобретательства и изучения законов развития технических систем. ТРИЗ способствует развитию таких качеств мышления, как гибкость, подвижность, системность, дивергентность. Она помогает научиться решать возникающие противоречия, избегая множества проб и ошибок[6].

К содержательным особенностям ТРИЗ можно отнести:

—классическая ТРИЗ имеет теоретическое ядро (постулаты, система понятий, законы развития технических систем);

—ТРИЗ включает ряд инструментов изобретательства (алгоритм решения исследовательских задач, причинно-следственный анализ, примеры устранения противоречий);

—ТРИЗ хорошо сочетается с групповыми формами работы, проектной и исследовательской технологиями;

—ТРИЗ предлагает «механизмы» развития фантазии, абстрактного и системного мышления [2].

Представим в полной форме наиболее классический вариант алгоритм решения исследовательских задач, включающий 6 стадий [4]:

- выбор задачи (**I стадия**);

- уточнение условий задачи (**II стадия**);
- аналитическая стадия (**III стадия**);
- предварительная оценка найденной идеи (**IV стадия**);
- оперативная стадия (**V стадия**);
- синтетическая стадия (**VI стадия**).

На первый взгляд алгоритм может показаться сложным, но его функциональность неоспорима, особенно при решении комплексных задач.

На рисунке 2 приведена схема реализации на уроке теории решения исследовательских задач.

Примерный план организации работы обучающихся по освоению технологий 3D-моделирования с использованием ТРИЗ:

— после обзорного знакомства с основами программ по 3D-моделированию обучающиеся выбирают «свой» объект – что-нибудь привычное из ежедневного обихода, у которого можно было бы улучшить/модифицировать некоторые характеристики для того, чтобы он стал более удобен в обращении;

— используя простые методы технического творчества, предложенные в рамках ТРИЗ, обучающиеся модифицируют выбранный объект по принципу

**задача → вектор инерции → проблема → идеальный конечный
результат**

— на следующем этапе обучающиеся защищают проект своего «модифицированного» объекта, с использованием метода «синектика», «морфологический ящик» дорабатывают его до идеального конечного результата;

— далее производится моделирование и конструирование объекта с использованием программ 3D-моделирования – обучающиеся через анализ схемы, рисунка, 3D-модели обосновывают «новые» детали объекта и функции;

— заключительный этап посвящен оценке полученного результата с использованием инструментов ТРИЗ (необходимо доказать, что модифицированный объект является авторским с определенным набором новых свойств и стремится к ИКР).

Таким образом, осваивая технологии 3D-моделирования, учащиеся не только осваивают технические аспекты, но и учатся генерировать идеи, работать в группе, фантазировать и решать технические противоречия.

5.3. 3D – моделирование с применением кейс - технологии

Кейс-технология (обучение на примере анализа конкретных ситуаций или кейс-метод) является важным инструментом достижения не только предметного, но и метапредметного, личностного результатов освоения основной образовательной программы.

Суть кейс-технологии заключается в том, что учащимся предлагается осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой отражает не только какую-либо практическую проблему, но и активизирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить для разрешения данной проблемы [5, 7].

Схема реализации на уроке кейс – технологии представлена на рисунке 3.

Дословно «casestudy» переводится с английского как «пример для изучения», «изучение случая», «анализ учебной ситуации» и суть его заключается в следующем [9]:

—на нескольких страницах текста описывается конкретная ситуация, отражающая реальную проблему, которая имела место в жизни;

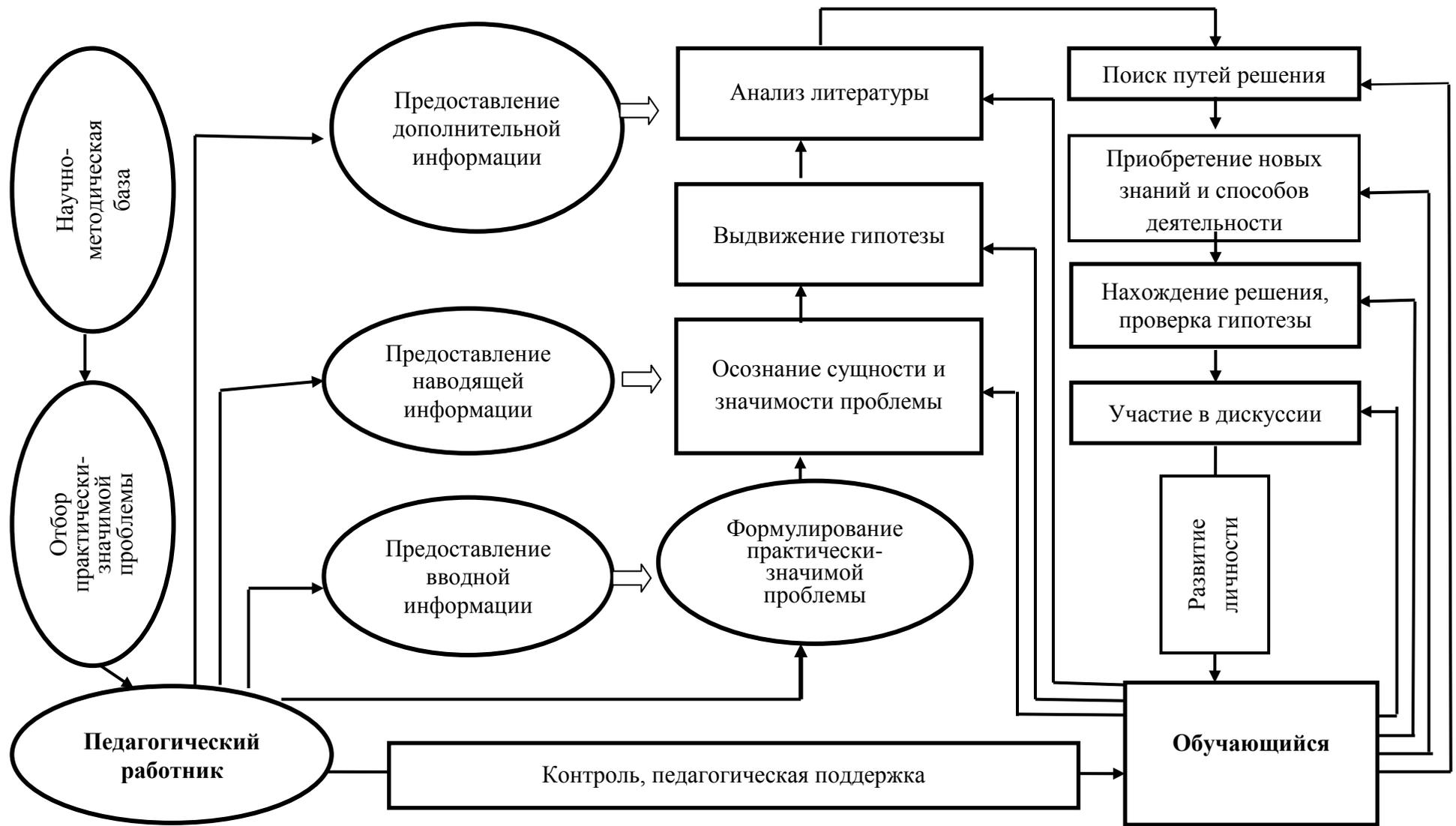


Рис. 3. Схема кейс-технологии.

—учитель выступает с подробным сообщением или проводит короткую вводную лекцию, в ходе которой освещает основные содержательные аспекты, на которые школьникам следует обратить основное внимание при решении предъявленной ситуации, а также предлагает инструментарий для решения данной проблемы;

—обучающиеся самостоятельно изучают полученные материалы и анализируют ситуацию в создаваемых рабочих группах. Для этого каждая из них получает свой комплект материалов, включая основной текст, вспомогательные материалы и т.п.;

—в каждой группе активно генерируются различные идеи по поводу решения данной проблемы, при этом возможность выступить и обосновать свое предложение имеет каждый член группы;

—принятые каждой группой предложения оформляются для презентации всей аудитории. Для этого группа может воспользоваться как листом ватмана и маркером или сделать мультимедийную слайдовую презентацию;

—проводятся презентации, в ходе которых каждая группа предлагается всей аудитории решение данной проблемы с обоснованием своих аргументов. Каждая группа имеет возможность ответить на вопросы аудитории, уточнить свои позиции и свои аргументы;

—после презентации материалов всех групп проводится пресс-конференция, в ходе которой школьники делятся своими выводами о ходе групповой работы и сути решенной (или решаемой) проблемы, о тех навыках, которые они смогли получить в процессе обсуждения проблемы.

Традиционно выделяются следующие общие этапы работы с кейсом [5].

1. Изучение конкретной ситуации (умение увидеть проблему, найти скрытое противоречие).
2. Анализ ситуации (осмысление и рефлексия нестандартной ситуации).
3. Выводы по ситуации (оценка и обобщение).
4. Разработка плана действия (решения) для «снятия» проблемы.

Структуру кейса можно представить следующим образом [9, 15].

1. Введение, которое включает в себя первые несколько абзацев: название кейса и авторство; название организации, учреждения, органа власти или местного самоуправления, имена и должности главных персонажей, которые в дальнейшем будут фигурировать на страницах кейса;

2. Проблема, описание которой дается в виде нескольких абзацев: краткое описание проблемы (как она видится разными участниками событий); описание структуры проблемной ситуации, если возможно.

3. Материалы для решения указанной проблемы, которые структурированы в форме вопросов и ответов или разбиты на темы и подтемы. Материалы, необходимые для решения проблемы каждого конкретного кейса, самостоятельно определяются автором. Цель этого раздела - представить большой объем необходимой информации. Самая общая схема структурирования материала включает [16]:

—историю организации (или учреждения) с важнейшими моментами в ее развитии, события, имена и должности; главных героев; даты и место, где происходит действие;

—описание внешней среды (если требуется) — история проблемы, с которой столкнулась данная организация, и главные силы, противодействующие решению проблемы; описание состояния данной проблемы и причин ее появления (вредное производство, некомпетентные решения властей, равнодушие сообщества и т. п.);

—расширенное описание ситуации по проблеме или ее решению — общее состояние дел, слабые и сильные стороны позиции данной организации; социальные партнеры; ключевые фигуры в управленческой группе; финансовые вопросы, возникающие в ходе решения исследуемой проблемы и т.д.;

—схемы, таблицы, статистика, финансовая отчетность, фотографии с места событий, другие картинки (если есть);

—видео-, аудиоматериалы, материалы на электронных носителях или любые другие.

4. Сценарии решения кейса: характеристики каждой роли в заданной ситуации; возможные альтернативы в решении изучаемой проблемы; постановка задач как для всей группы, так и для ее отдельных участников.

5. Методические рекомендации преподавателю, в которых рассматриваются примерные вопросы по данному кейсу, определена целевая группа, цели преподавания, анализ проблем и их концептуальное обоснование.

К кейсам предъявляется ряд требований [14]:

—кейс должен быть актуальным, вызывающим интерес;

—кейс должен иметь контекст (пространственный, временной и т.д.);

—в кейсе должны присутствовать «живые элементы» (фрагменты интервью, цитаты из реальных документов, диаграммы и др. в соответствии со спецификой дисциплины);

—содержание и задания к кейсу должны быть методически оправданы.

Ниже приведены примеры кейсов, основанных на реальных ситуациях. Задача указанных кейсов – мотивировать обучающихся на освоение технологий 3D-моделирования, выдвижение собственных нестандартных идей и реализации эффективных проектов.

Кейс 1. «Геометрия будущего» (автор - Раевская М.В., старший преподаватель кафедры естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «БелИРО»).

Текст кейса. «*The 3D*» – молодая компания из Уфы (<http://the3d.ru/>), ориентированная на услуги в сфере 3D-технологий. Основатель компании, приобрел для своего бизнеса сразу два персональных 3D-принтера. Изначально, компания занималась изготовлением миниатюрных копий людей (рис.4), но в связи с получением обновленного 3D-оборудования, так же начала предоставлять услуги по созданию входных групп и скульптурных сооружений.



Рис. 4. Продукция фирмы «*The 3D*» (Уфа), источник информации:

<http://the3d.ru/>

Компания «*The 3D*» планирует развиваться и дальше по всем направлениям 3D печати и сканирования. По словам основателя компании – Руслана, у них есть много задумок по этому поводу: «Одной из задач для нас является создание входных групп и скульптурных сооружений. При этом достаточно сложна демонстрация объекта заказчику, так как виртуальная картина не дает полного восприятия. Выход был очевиден! Купив 3D-принтеры, мы решили эту задачу. На сегодняшний день клиент может не только увидеть, но и «потрогать» геометрию будущего декора. А это именно то чувство, которое может убедить даже изощренного эстета».

Вопросы и задания к кейсу.

1. Почему кейс называется «геометрия будущего»?
2. О каком направлении 3D-печати рассказывается в кейсе?
3. В чем заключается инновационность деятельности компания «*The 3D*».
4. Если бы Вы стали директором данной компании, какие дополнительные направления развития Вы бы предложили.

5. Разработайте свой авторский проект «Геометрия будущего». Какие ресурсы вам необходимы для того, чтобы реализовать проект в рамках школьных занятий (дополнительные знания, помощь учителя и т.д.).

6. Как Вы думаете, будет ли компания «*The 3D*» также популярна через 5 или 20 лет?

Ресурсы к кейсу.

1. <http://3ddd.ru/3dmodels/category/skulptruri> 3D-моделирование для скульптора и дизайнера.
2. <http://www.eugeniy-art.ru/3d-dekor.html> Как создать 3D-арт студию?
3. <http://3dtoday.ru/blogs/3dпарк/mega-art-projects-in-3d-printing-wire-art-part-7/> 3D-моделирование и современное искусство.
4. Программы по 3D-моделированию (на выбор педагога).
5. 3D-принтер и дополнительное оборудование (сканер, фотоаппарат, видеокамера и т.д.)

Кейс 2. «Фантастическое будущее или будущая фантастика?» (автор - Раевская М.В., старший преподаватель кафедры естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «БелИРО»).

Компания *ООО «ЛЕД Микросенсор НТ»* (<http://ru.lmsnt.com>) специализируется в разработке и производстве оптоэлектронных приборов среднего инфракрасного диапазона. В *ООО «ЛЕД Микросенсор НТ»* работает команда ученых и инженеров с более чем 15-летним опытом в области исследования и разработок светодиодов и LED - матриц.

ООО «ЛЕД Микросенсор НТ» обладает полным технологическим циклом, необходимым для создания светодиодов и фотодиодов – от самой начальной стадии до выхода конечного продукта.

Любая конструкторская деятельность предполагает возможность быстрого воплощения идеи от чертежа до готового макета, и одной из

проблем, с которой сталкивается любой инженер-конструктор – изготовление моделей изделий с различной геометрией расположения элементов (рис. 5).

Благодаря быстропрототипированию прямо на рабочем столе можно оперативно вносить коррективы в конструкцию, что позволяет попробовать в действии все идеи в расположении тех или иных компонентов.



Рис. 5. Сотрудники ООО «ЛЕД Микросенсор НТ» за работой, источник информации <http://geektimes.ru/company/top3dshop/blog/247706/>

Благодаря быстропрототипированию прямо на рабочем столе можно оперативно вносить коррективы в конструкцию, что позволяет попробовать в действии все идеи в расположении тех или иных компонентов. Наличие такого мощного инструмента как 3D-принтер, способствует как повышению скорости создания новых проектов, так и развитию конструкторских навыков самого инженера.

ООО «ЛЕД Микросенсор НТ» является обладателем принтера Picaso 3D Designer около полугода. По словам сотрудников нужно отдать должное, мало кто из них мог предположить до покупки насколько он окажется полезен, а порой необходим.

Вопросы и задания к кейсу.

1. Почему кейс называется «Фантастическое будущее или будущая фантастика»?

2. О каком направлении 3D-печати рассказывается в кейсе?
3. Для чего нужны оптоэлектронные приборы среднего инфракрасного диапазона? Найдите дополнительную информацию в сети Интернет.
4. В чем заключается инновационность деятельности компания ООО «ЛЕД Микросенсор НТ».
5. Если бы Вы стали директором данной компании, какие дополнительные направления развития Вы бы предложили.
6. Разработайте свой авторский проект «Как усовершенствовать работу инженера-изобретателя при помощи технологий 3D-моделирования». Какие ресурсы вам необходимы для того, чтобы реализовать проект в рамках школьных занятий (дополнительные знания, помощь учителя и т.д.).

Ресурсы к кейсу.

1. http://neolant.ru/press-center/aboutus/index.php?ELEMENT_ID=2282
Инжиниринг и инновации.
2. http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd/2010_1_156.php Технологии 3D-интеграции.
3. <http://www.ioffe.ru/liro/> Лаборатория оптоэлектронных приборов инфракрасного диапазона.
4. Программы по 3D-моделированию (на выбор педагога).
5. 3D-принтер и дополнительное оборудование (сканер, фотоаппарат, видеокамера и т.д.).

5.4. 3D – моделирование с применением технологиимастерских знаний

Технология педагогических мастерских позволяет осуществить саморазвитие ребёнка, способствует активному восприятию обучающимися учебного материала, его творческому осмыслению и постижению, повышает интерес к процессу обучения, способствует улучшению грамотности и развитию креативности, социальной компетенции.

Самый важный результат в мастерской – приобретение знаний о самом себе, самооценка и «восхождение» к себе[10].

Своё название данная технология получила из-за того, что учитель на уроке перестаёт быть учителем – он становится мастером. Мастер создаёт условия, придумывает различные ситуации и задачи без вопросов.

Позиция мастера — это, прежде всего, позиция консультанта и советника, помогающего организовать учебную работу, осмыслить продвижение в освоении способов.

Мастерская – это технология, при помощи которой учитель – мастер вводит своих учеников в процесс познания через создание эмоциональной атмосферы, в которой ученик может проявить себя как творец. Каждый совершает открытия в предмете и в себе через личный опыт, а учитель – мастер продумывает действия и материал, который позволит ребёнку проявить себя через творчество.

Мастерская — это оригинальный способ организации деятельности учеников в составе малой группы (7-15 учеников) при участии учителя-мастера, инициирующего поисковый, творческий характер деятельности учеников.

На рисунке 6 приведена схема данной технологии.

Состав групп меняется от мастерской к мастерской. Это живой опыт принятия любого партнёра, развития толерантности и взаимопомощи.

Данная технология позволяет научить обучающихся самостоятельно формулировать цели урока, находить наиболее эффективные пути для их достижения, развивает интеллект, способствует приобретению опыта групповой деятельности, совместной разработки проекта.

Детям предлагается исходная ситуация и к ней цепочка творческих заданий. Алгоритм выполнения заданий подобран так, что каждый ученик находится в творческом поиске и в работе.

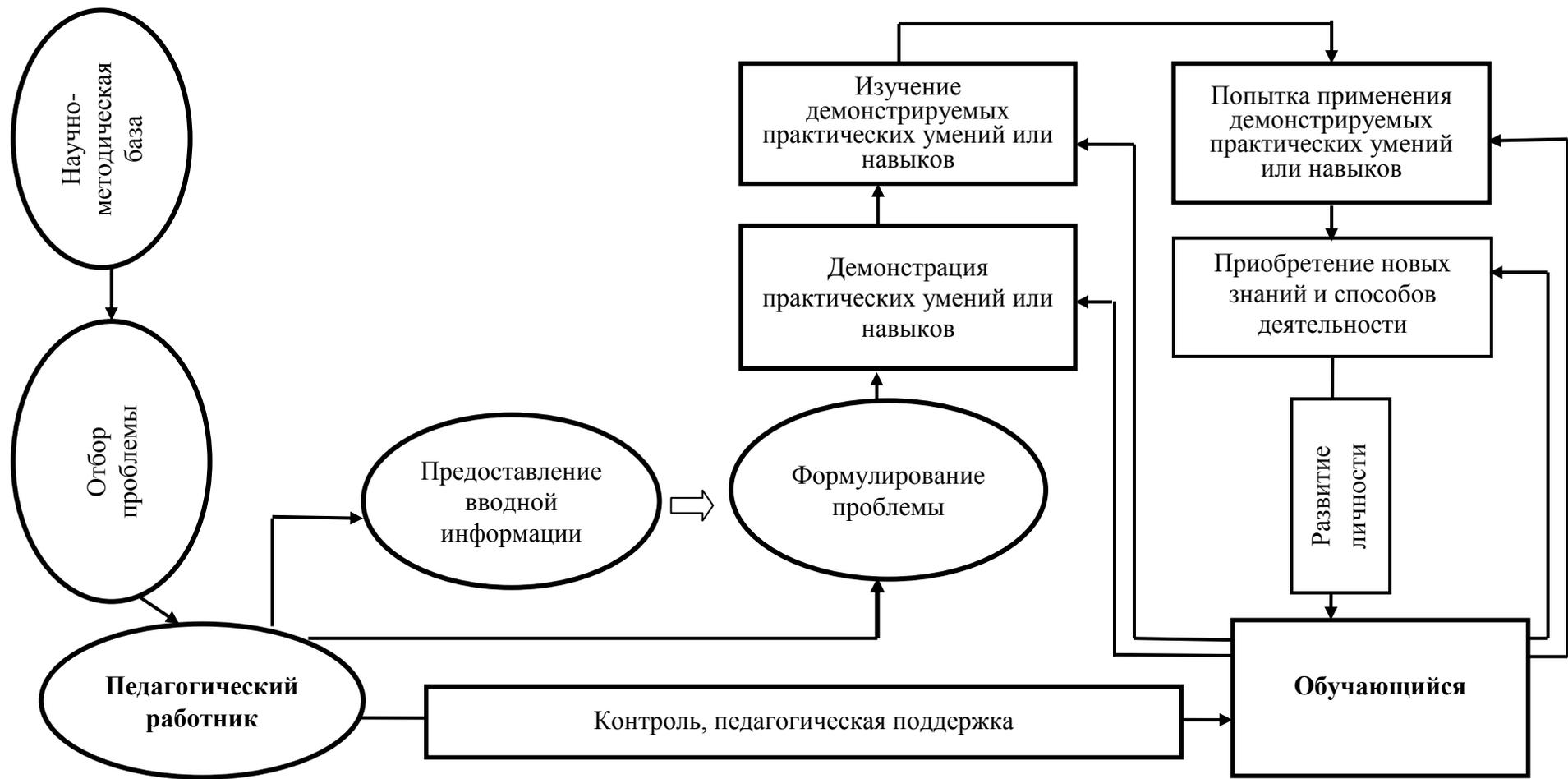


Рис. 6. Схема технологии «Мастерская знаний».

Проживание мастерской – это путь от хаоса к порядку, из неопределённости в понимание.

Вера в ученика творит чудеса. В процессе работы в мастерской дети обнаруживают у себя способности писать стихи и прозу, составляют аннотации и пишут эссе, рисуют, придумывают, мастерят.

При проведении мастерских необходимо помнить, что информация, пропущенная через эмоционально-чувственную сферу участника мастерской, осваивается и усваивается лучше.

Основные этапы мастерской приведены ниже.

Индукция (поведение) – это этап, который направлен на создание эмоционального настроения и мотивации обучающихся к творческой деятельности. На этом этапе предполагается включение чувств, подсознания и формирование личностного отношения к предмету обсуждения.

Индуктор – всё то, что побуждает ребёнка к действию. В качестве индуктора может выступать слово, текст, предмет, звук, рисунок, форма – всё то, что способно вызвать поток ассоциаций. Это может быть и задание, но неожиданное, загадочное.

Деконструкция – разрушение, хаос, неспособность выполнить задание имеющимися средствами. Это работа с материалом, текстом, моделями, звуками, веществами. Это формирование информационного поля.

На этом этапе ставится проблема и отделяется известное от неизвестного, осуществляется работа с информационным материалом, словарями, учебниками, компьютером и другими источниками, то есть создаётся информационный запрос.

Реконструкция – воссоздание из хаоса своего проекта решения проблемы. Это создание микрогруппами или индивидуально своего мира, текста, рисунка, проекта, решения.

Обсуждается и выдвигается гипотеза, способы её решения, создаются творческие работы: рисунки, рассказы, загадки, Идёт работа по выполнению заданий, которые даёт учитель.

Социализация – это соотнесение учениками или микрогруппами своей деятельности с деятельностью других учеников или микрогрупп и представление всем промежуточных и окончательных результатов труда, чтобы оценить и откорректировать свою деятельность.

Дается одно задание на весь класс, идет работа в группах, ответы сообщаются всему классу. На этом этапе ученик учится говорить. Это позволяет учителю – мастеру вести урок в одинаковом темпе для всех групп.

Афиширование – это вывешивание, наглядное представление результатов деятельности мастера и учеников. Это может быть текст, схема, проект и ознакомление с ними всех.

На этом этапе все ученики ходят, обсуждают, выделяют оригинальные интересные идеи, защищают свои творческие работы.

Разрыв – резкое приращение в знаниях. Это кульминация творческого процесса, новое выделение учеником предмета и осознание неполноты своего знания, побуждение к новому углублению в проблему. Результат этого этапа – инсайт (озарение).

Рефлексия – это осознание учеником себя в собственной деятельности, это анализ учеником осуществленной им деятельности, это обобщение чувств, возникших в мастерской, это отражение достижений собственной мысли, собственного мироощущения.

Принципы и правила ведения мастерской приведены ниже.

1. Ценностно-смысловое равенство всех участников, включая мастера-руководителя.

2. Право каждого участника на ошибку.

3. Безоценочность, отсутствие критических замечаний в адрес любого участника мастерской.

4. Предоставление свободы в рамках принятых правил, что дает ощущение внутренней свободы:

- право выбора на разных этапах мастерской (обеспечивается руководителем);

— право самостоятельности действий (без дополнительных разъяснений руководителя);

— право не участвовать на этапе предъявления результата.

5. Большой элемент неопределенности (даже загадочности), что стимулирует творческий процесс.

6. Диалог как главный принцип взаимодействия, сотрудничества, сотворчества:

— диалоги участников мастерской

— диалоги отдельных групп

— диалог с самим собой

— диалог с научным или художественным авторитетом.

7. Организация и перестройка реального пространства, в котором происходит мастерская, в зависимости от задачи каждого этапа.

8. Решительное ограничение участия, практической деятельности мастера-руководителя как авторитета на всех этапах мастерской.

9. В ходе мастерской происходит постоянное чередование бессознательной деятельности и ее последующего осознания, что позволяет достигнуть максимального приближение к реальному опыту истинно научного или художественного постижения мира, потому что каждый ее участник движется в свободной деятельности от осознания личного опыта к опыту национальной и общечеловеческой культуры.

Правила и методические приёмы:

1. Учитель четко формулирует для себя цель (конечный результат) урока.

2. Учитель подбирает материал в соответствии с поставленной целью.

3. На уроке учитель ставит вопросы, предлагает к осмыслению, изучению и проживанию подобранные сведения или проблемы.

4. Учащиеся размышляют, обсуждают предложенные задания в группе, делают выводы

5. Учащиеся знакомят с результатами деятельности другие группы, проводят дискуссии между группами.

Рассмотрим пример использования данной технологии при изучении темы «Мой дом» по английскому языку.

Моя идеальная комната.

1. Индукция. Представьте, что у вас есть своя собственная комната.
2. Деконструкция. Какая она, идеальная комната? Опиши ее. Мебель, ее расположение в комнате, предметы интерьера.

3. Реконструкция. Создание модели комнаты в программе Blender.

4. Социализация. Представление своих вариантов комнаты другим участникам.

5. Афиширование. Обсуждение идеальной комнаты с оптимальным соотношением мебели, предметов интерьера.

6. Разрыв. Учащиеся приходят к осознанию того, что при создании интерьера, необходимо учитывать не только пожелания владельца комнаты, но и площадь комнаты, размеры мебели, предметов интерьера, а также с точки зрения дизайнера интерьеров.

7. Рефлексия. Учащиеся определяют, чего не хватает в их собственной комнате, а что является лишним. Формируют окончательную модель своей идеальной комнаты и приступают к созданию комнаты в программе Blender.

Сегодня важно научить ребенка самостоятельно выявлять и решать проблемы в различных областях знаний. А это значит, что необходимую информацию ему тоже придется самостоятельно добывать и перерабатывать.

5.5. 3D – моделирование с применением технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся

Проектно – исследовательская деятельность обучающихся – деятельность по проектированию собственного исследования,

предполагающая выделение целей и задач, выделение принципов отбора методик, планирование хода исследования, определение ожидаемых результатов, оценка реализуемости исследования, определение необходимых ресурсов [10].

Актуальность технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся заключается в следующем:

- создание в школе особой образовательной атмосферы, дающей детям возможность попробовать себя в различных направлениях учебной деятельности и развивать свои универсальные умения;
- повышение мотивации изучения предметов школьной программы;
- реализация комплексного восприятия учебных предметов;
- формирование способности принимать самостоятельные решения;
- возможность поверить в свои силы.

Схема применения на уроках или занятиях внеурочной деятельности технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся приведена на рисунке 7.

Основные идеи, лежащие в основе технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся [17]:

- идея опережения, перспективы, заложенная в самом слове «проект» (бросок в будущее);
- идея «разности потенциалов» между актуальным состоянием предмета проектирования (каково оно есть) и желаемым (каким оно должно быть);
- идея пошаговости (постепенного, поэтапного приближения «нужного будущего»);
- идея совместности, кооперации, объединения ресурсов и усилий в ходе проектирования;
- идея «разветвляющейся активности» участников по мере следования намеченному плану выполнения совместных действий.

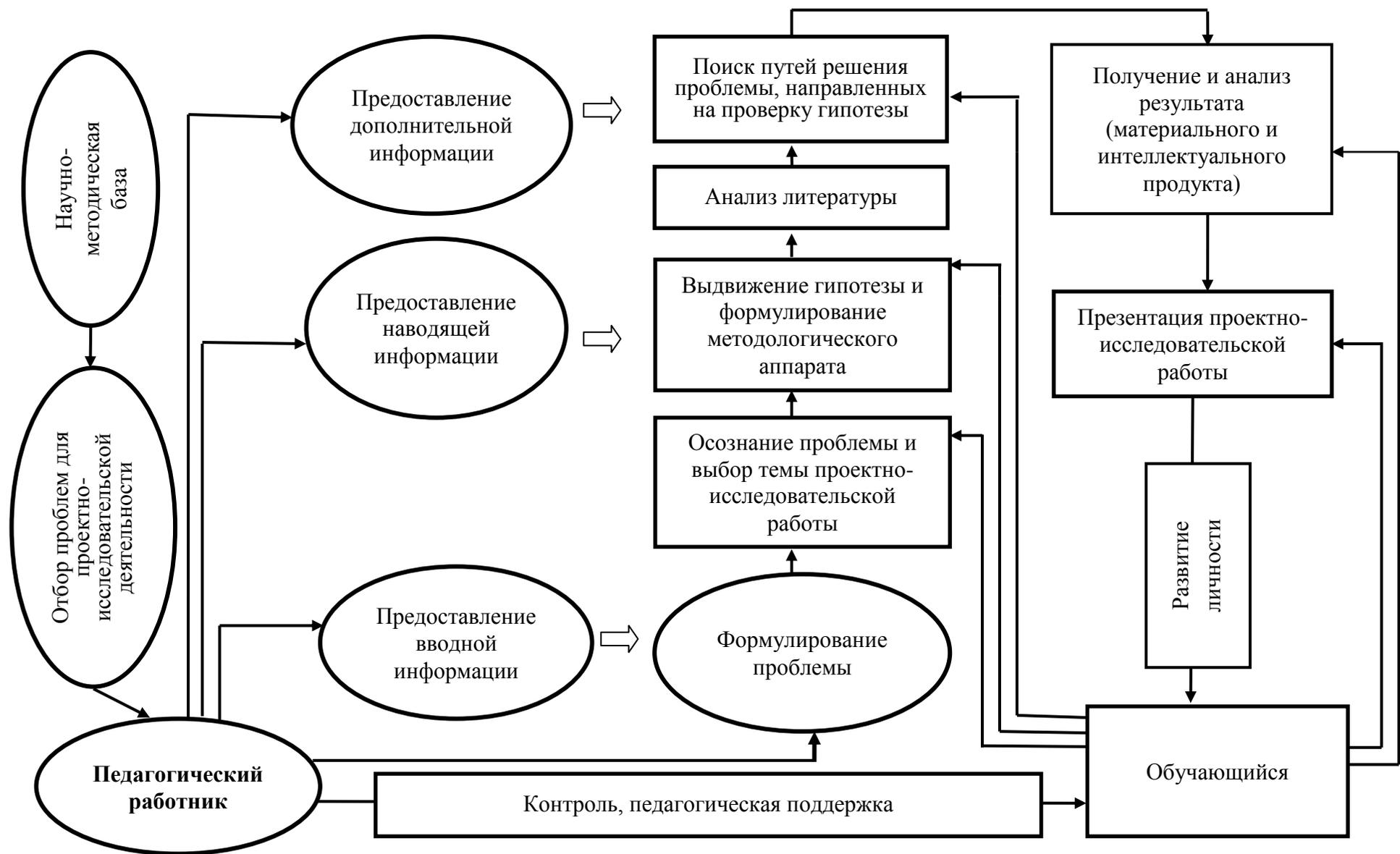


Рис. 7. Схема технологии организации проектно-исследовательской деятельности.

В настоящее время в дидактике выделяются следующие требования к проектно – исследовательской деятельности обучающихся.

— Требование контекстности (не изолированного представления предмета проектирования, а в соотнесении с определенным контекстом (контекстами)).

— Учет многообразия потребностей всех заинтересованных в образовании сторон: личностей, государства и общества.

— Требование активности участников проектирования.

— Требование реалистичности.

— Требование управляемости.

К критериям оценивания проектно – исследовательских работ обучающихся можно отнести следующие показатели.

— Постановка цели и обоснование проблемы проекта.

— Планирование путей ее достижения.

— Глубина раскрытия темы проекта.

— Разнообразие источников информации, целесообразность их использования.

— Соответствие выбранных способов работы цели и содержанию проекта.

— Анализ хода работы, выводы и перспективы.

— Личная заинтересованность автора, творческий подход к работе.

— Соответствие требованиям оформления письменной части.

— Качество проведения презентации.

— Качество проектного продукта.

Учебный исследовательский проект с точки зрения учителя — это интегративное дидактическое средство развития, обучения и воспитания, которое позволяет вырабатывать и развивать специфические умения и навыки проектирования и исследования у обучающихся, а именно учить с применением технологий 3D - моделирования:

- целеполаганию и планированию содержательной деятельности ученика;
- проблематизации (рассмотрению проблемного поля и выделению подпроблем, формулированию ведущей проблемы и постановке задач, вытекающих из этой проблемы);
- самоанализу и рефлексии (результативности и успешности решения проблемы проекта);
- представлению результатов своей деятельности и хода работы;
- презентации в различных формах, с использованием специально подготовленного продукта проектирования (макета, плаката, компьютерной презентации, чертежей, моделей, театрализации, видео, аудио и сценических представлений и др.);
- поиску и отбору актуальной информации и усвоению необходимого знания;
- практическому применению школьных знаний в различных, в том числе и нетиповых, ситуациях;
- выбору, освоению и использованию подходящей технологии изготовления продукта проектирования;
- проведению исследования (анализу, синтезу, выдвижению гипотезы, детализации и обобщению).

Таким образом, применение технологии организации проектно-исследовательской деятельности обучающихся в рамках реализации технологии 3D-моделирования позволяет сформулировать следующие условия успешной реализации исследовательского проекта.

1. Наличие социально значимой задачи, проблемы – исследовательской, информационной, практической.

2. Пооперационная разработка проекта, в которой указан перечень конкретных действий с указанием выходов, сроков и ответственных.

3. Результатом работы над проектом (выходом проекта) должен быть конечный полноценный продукт – 3D-модель виртуальная и реальная, напечатанная на 3D-принтере.

5.6. 3D – моделирование с применением игровой технологии

Игровая технология – это способ обучения с применением на занятиях игр.

Игра – вид деятельности, при котором в процессе игровой ситуации решается учебная задача.

В настоящее время в дидактике выделяются следующие виды игр:

- имитационные (имитация деятельности организации или предприятия);
- операционные (моделирование рабочего процесса);
- ролевые (принятие позиции одного из участников ситуации);
- деловой театр (проигрыш ситуации или процесса);
- обобщающие (интегрирующие знание);
- соревновательные (игры-соревнования).

Можно выделить следующие этапы организации игры на учебном занятии или занятии внеурочной деятельности [7]:

- введение в игру, когда учитель рассказывает обучающимся правила игры, делит класс на группы при необходимости, раздаёт средства, необходимые для организации игры;
- конструирование описания разрабатываемого объекта, когда происходит работа в командах или индивидуально;
- реализация разрабатываемого объекта, когда происходит озвучивание результатов работы;
- оценка работы обучающихся.

На рисунке 8 представлена схема реализации игровой технологии.

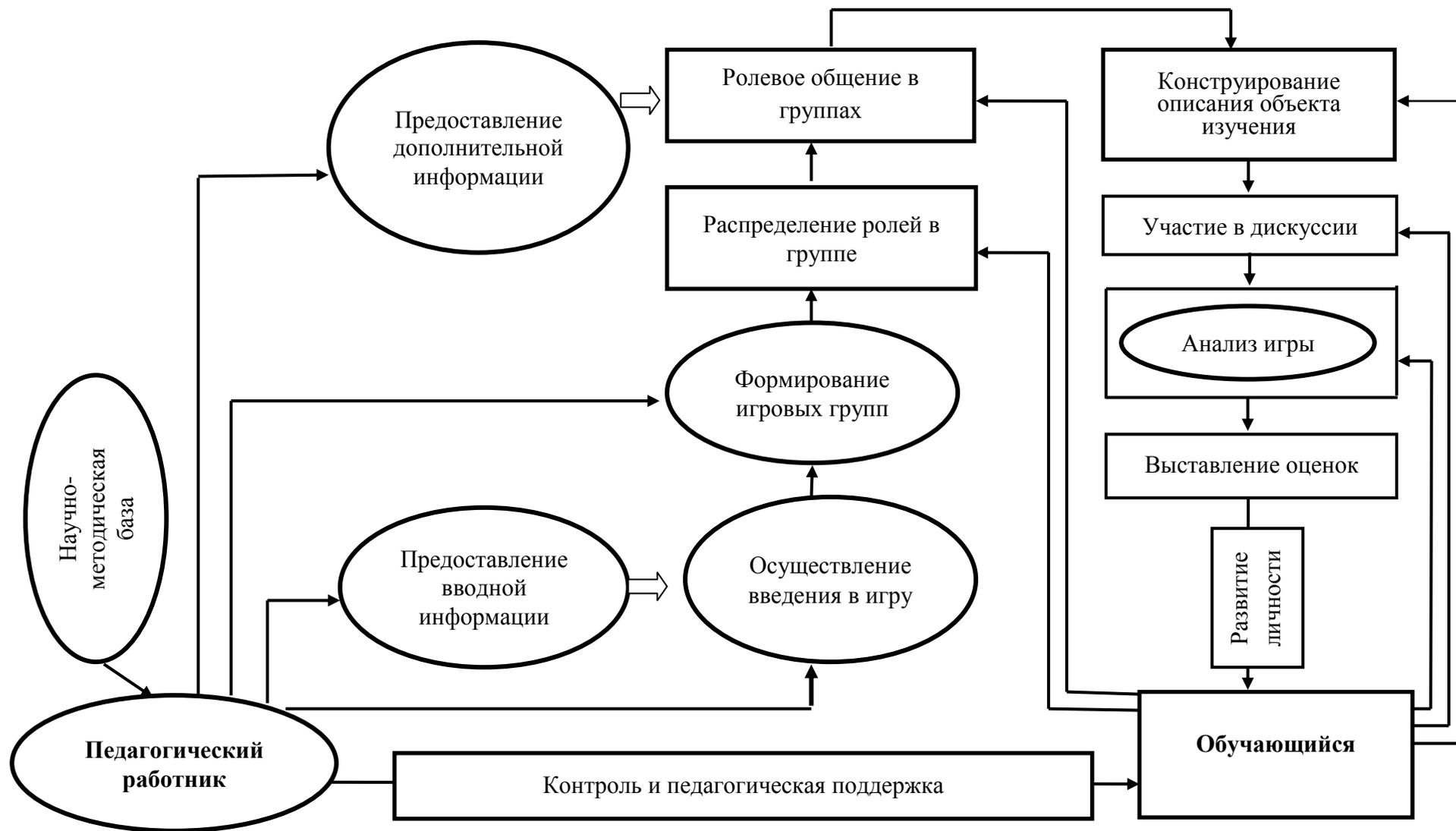


Рис. 8. Схема игровой технологии.

Для реализации технологий 3D – моделирования игровая технология представляет особый интерес, так как в игре будет происходить решение важных и сложных вопросов, разработка и моделирование необходимого объекта на компьютере, печать его на 3D – принтере.

6. Общий порядок и правила техники безопасности при работе по 3D – моделированию

В процессе выполнения практических работ обучающийся обязан:

1) знать пути эвакуации и строго выполнять указания преподавателя в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;

2) выполнять только ту работу, которая поручена ему преподавателем.

В аудитории при 3D – моделировании категорически запрещается:

1) входить в аудиторию до прибытия преподавателя и без его разрешения;

2) приступать к выполнению работы без ознакомления с правилами техники безопасности в данной аудитории;

3) загрязнять помещение и портить имущество;

4) вмешиваться в работу обучающихся, выполняющих другие задания, если это не разрешено преподавателем;

5) ходить по аудитории во время выполнения работы;

6) находиться в помещении в верхней одежде;

7) включать технические средства без разрешения преподавателя;

8) касаться электропроводки и электроаппаратуры с задней стороны монитора и системного блока;

9) пользоваться в аудитории мобильными телефонами;

10) запускать программы, не относящиеся к теме занятия, без разрешения преподавателя.

Список использованной литературы

1. Аддитивные технологии в машиностроении [Текст]: учеб.пособие для вузов по направлению подготовки магистров «Технологические машины и оборудование» / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013. – 183 с.
2. Альтшуллер, Г.С. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности [Текст] / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. – Минск: Беларусь, 1994. – 474 с.
3. Альтшуллер, Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач [Текст] / Г. С. Альтшуллер. – Петрозаводск: Скандинавия, 2003. – 189 с.
4. Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии: Теория и практика решения изобретательских задач [Текст] / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотников, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: КартяМолдовеняскэ, 2012. – 185 с.
5. Винеvская, А.В. Метод кейсов в педагогике: практикум для учителей и студентов [Текст] / А.В. Винеvская; под ред. М.А. Пуйловой. – Ростов н/Д: Феникс, 2015 – 143 с.
6. Гин, А.А. Теория решения изобретательских задач: пособие I уровня[Текст]: учебно-методическое пособие / А.А. Гин, А.В. Кудрявцева, В.Ю. Бубенцов и др. – М.: Народное образование, 2009. – 62 с.
7. Даутова, О. Б. Современные педагогические технологии в профильном обучении [Текст]: Учеб.-метод. пособие для учителей /О. Б.Даутова, О. Н. Крылова;Под ред. А. П. Тряпицыной.– СПб.: КАРО, 2006. – 176 с. – ISBN 5-89815-791-3.

8. Добринский, Е. С. Быстропрототипирование: идеи, технологии, изделия [Текст]/ Е. С. Добринский // Полимерные материалы. – 2011. – №9. – 148 с.
9. Долгоруков, А.М. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evolkov.net/case/case.study.html>, свободный. Загл. с экрана.
10. Иванова, Е. О. Теория обучения в информационном обществе[Текст] / Е. О. Иванова, И. М. Осмоловская.– М.: Просвещение, 2011. – 190 с. (Работаем по новым стандартам). – ISBN978-5-09-022055-2.
11. Казмирчук К., Довбыш В. Аддитивные технологии в российской промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://konstruktor.net/podrobnее-det/additivnyе-tехnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html>, свободный. Загл. с экрана.
12. Корячко, В. П. Теоретические основы САПР [Текст] / В. П. Корячко, В. М. Курейчик, И. П. Норенков. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.
13. Открытый класс. Сетевые образовательные сообщества. Методическая разработка «Проблемное обучение на уроках биологии как основа процесса развивающего обучения и умение учиться» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.openclass.ru/node/415369>, свободный. Загл. с экрана.
14. Покушалова, Л. В. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения студентов [Текст] /Л.В. Покушалова // Молодой ученый. – 2011. – №5, Т.2. –С. 155-157.
15. Ситуационный анализ, или Анатомия кейс-метода [Текст] / Под ред. Ю.П. Сурмина.– Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
16. Темина, С.А. Кейс-метод в педагогическом образовании. Теория и технология реализации. Тематический сборник кейсов [Текст] / С.А. Темина,

И.А. Андриади. – М.: Издательство НОУ ВПО Московский психолого-социальный университет, 2014. – 156 с.

17. Тяглова, Е.В. Исследовательская и проектная деятельность учащихся по биологии: метод. пособие [Текст] / Е.В. Тяглова. – М.: Планета, 2010. – 255 с. – ISBN 978-5-91658-095-2.

18. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок». Кожемяко М. В. Проблемное обучение на уроках биологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/210228/>, свободный. Загл. с экрана.

19. Фомин, Б. Rhinoceros 3D моделирование [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательство «Слово», 2005. – 290 с.

20. Шушан, Р. Дизайн и компьютер [Текст] / Р. Шушан, Д. Райт, Л. Льюис; Пер. с англ. – М.: Издательский отдел “Русская редакция”, ТОО “ChannelTradingLtd.”, 1997. – 544 с.

Авторы – составители методических рекомендаций:

1. Корнилова Евгения Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»

2. Трапезникова Ирина Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»

3. Раевская Мария Викторовна, старший преподаватель кафедры естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»

4. Инютина Татьяна Сергеевна, старший преподаватель кафедры естественно-математического образования и информационных технологий ОГАОУ ДПО «Белгородский институт развития образования»